



الأمم المتحدة اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

الفوائد والمعوقات الاقتصادية والفنية لتغذية الشبكة الكهربائية من مصادر الطاقة المتجددة

ورشة عمل حول:

«توسيع نطاق استخدام الطاقات المتجددة
في المناطق الريفية للبلدان الأعضاء في الإسكوا»

د. وليد الدغيلي/ رئيس قسم الطاقة
إدارة التنمية المستدامة والإنتاجية/ الإسكوا
2-1 شباط/ فبراير 2012





المحتويات

- أولاً – تغير المناخ
- ثانياً – فوائد استخدام مصادر الطاقة المتجددة
- ثالثاً – المعوقات ونقاط الضعف في استخدام الطاقة المتجددة
- رابعاً – متطلبات الشبكات الكهربائية/ منحنيات الاستهلاك
- خامساً – الربط الكهربائي
- سادساً – الطاقة الكهربائية من الكتلة الاحيائية
- سابعاً – محطات التوليد الكهرمائية
- ثامناً – محطات التوليد الكهربائي الحرارية من الطاقة الشمسية CSP
- تاسعاً – محطات الخلايا الكهروضوئية
- عاشراً – مزارع الرياح
- حادي عشر – احتساب كلفة انتاج الكيلووات ساعة
- ثاني عشر – الطاقة المتجددة / الطاقة الاولى في العالم
- ثالث عشر - الخلاصة



أولاً - تغير المناخ

- من المرجح جداً وبدرجة احتمالية 90 % أن اسباب تغير المناخ تعود لأنشطة بشرية، وبالتحديد انبعاثات غازات الاحترار العالمي
9% N₂O 18% CH₄ 72% CO₂ أخرى 1 %
- 90% من انبعاثات CO₂ هي بسبب إحتراق الوقود الاحفوري/ الطاقة
- معادلات الأهمية 1:CO₂ / 23:CH₄ / 296:N₂O / 22200,SF
- اتفاقات دولية على ضرورة تخفيض الانبعاثات: الاتفاقية الإطار في الامم المتحدة – بروتوكول كيوتو.

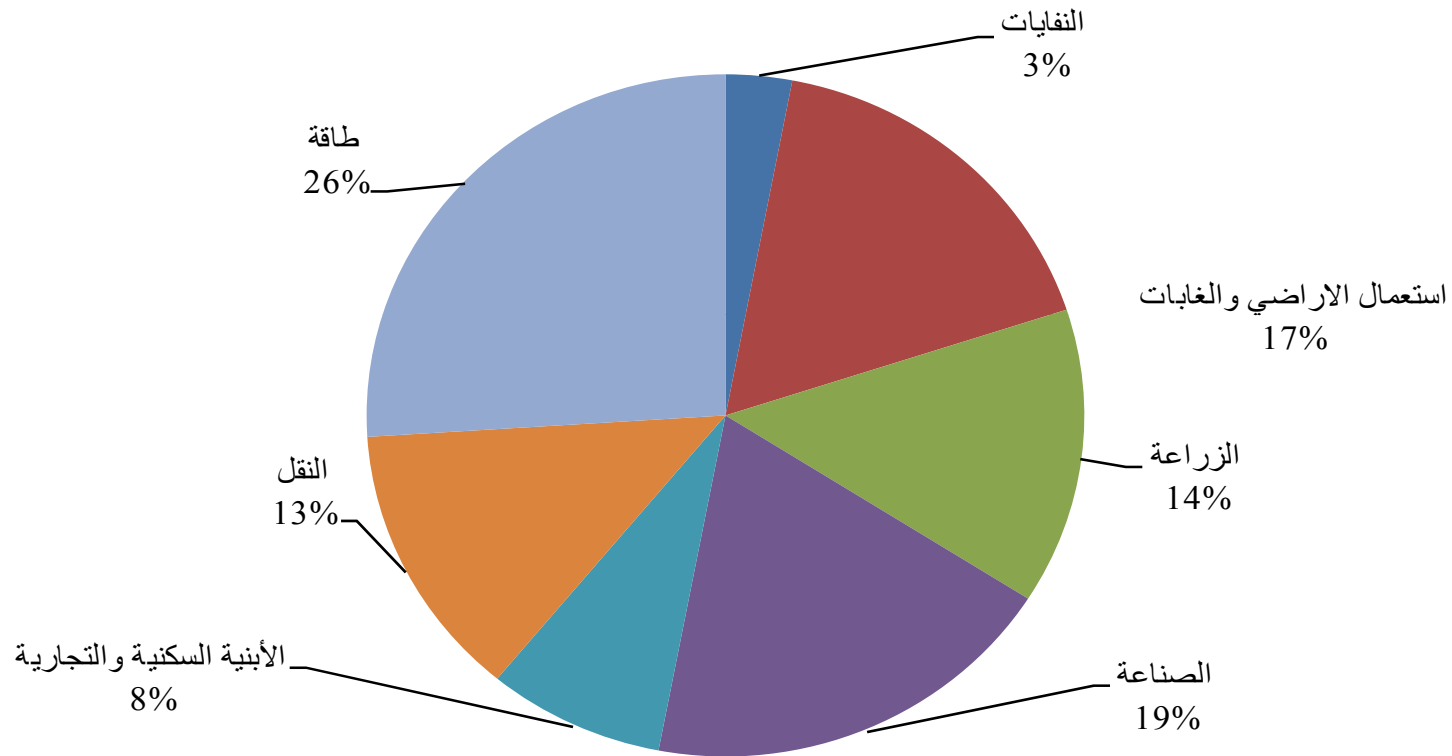
أولاً - تغير المناخ (تابع)

وفق بروتوكول كيوتو:

- البند 10: المسؤولية المشتركة لكن المتباينة
- البند 12: مساعدة الدول النامية (غير المذكورة في الملحق 1) على تحقيق التنمية المستدامة (إجتماعية + اقتصادية + بيئية) وتخفيض الانبعاثات، ومساعدة الاطراف المذكورة في الملحق 1/ البلدان المتقدمة، على الوفاء بالتزاماتها بتخفيض الانبعاثات.
- المشاريع الممكنة: كفاءة الطاقة – الطاقة المتجددة – النفايات – ترك الوقود الاحفوري – الزراعة – الصناعة – التحريج – اصطياد CO₂ وتخزينه.

أولاً - تغير المناخ (تابع)

الانبعاثات من كافة القطاعات



Source: (World development suport 2010, the world bank) IPCC 2007a, Figure 2.1

أولاً - تغير المناخ (تابع)

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون

- مجموعات الإنتاج/ التوليد المائي 8 غرام/ كيلوات ساعة
- الخلايا الكهروضوئية 60 غرام/ كيلوات ساعة
- مجموعات التوليد من طاقة الرياح 25-9 غرام/ كيلوات ساعة
- مجموعات التوليد من الكتلة الاحيائية 55 غرام/ كيلوات ساعة
- المجموعات الحرارية التقليدية 450 – 1000 غرام/ كيلوات ساعة
- احتراق الفول الثقيل 3.143 كلغ/ كلغ
- احتراق الديزل أويل 3.2033 كلغ/ كلغ
- احتراق الغاز الطبيعي 2.6993 كلغ/ كلغ

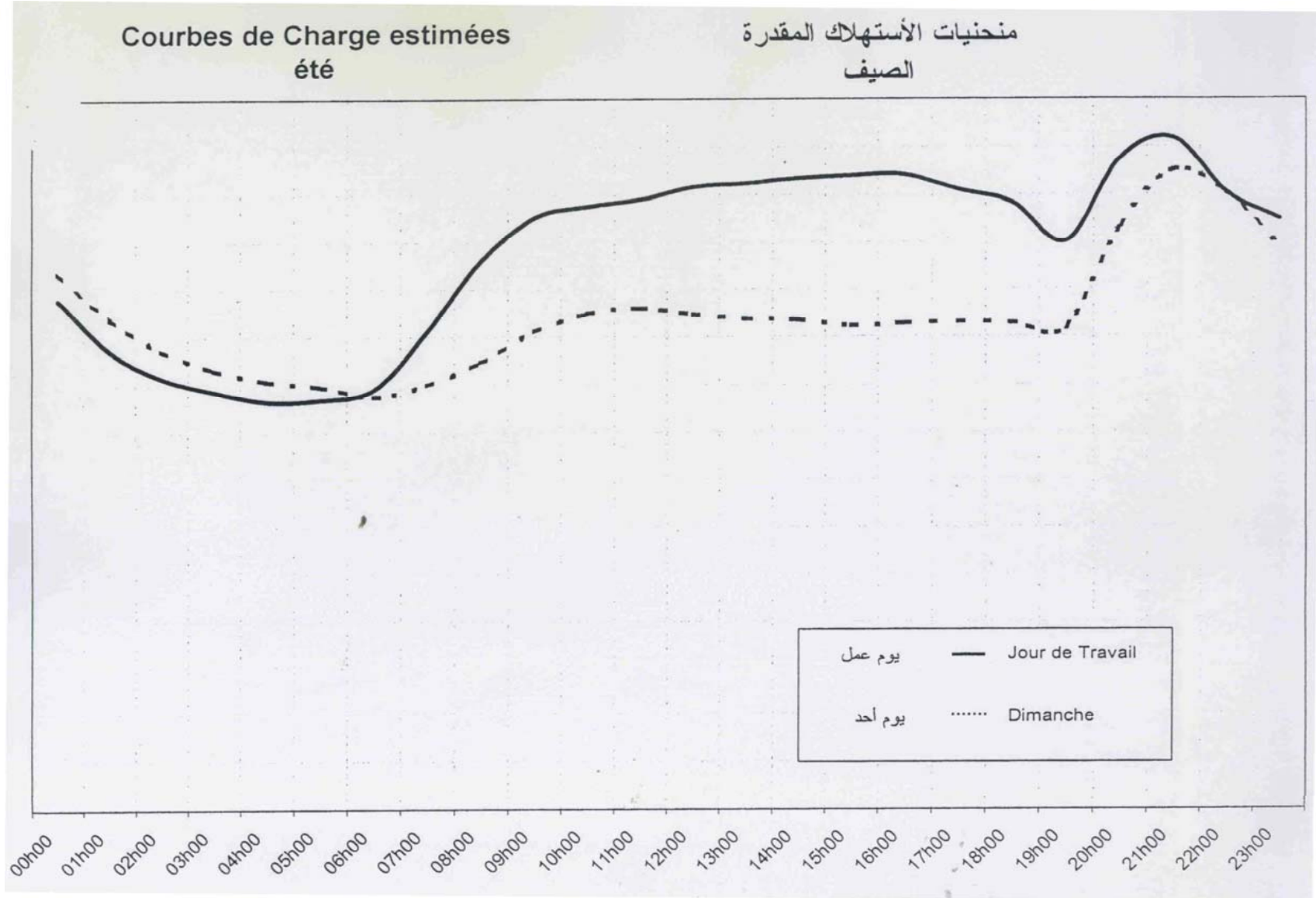
ثانياً – فوائد استخدام مصادر الطاقة المتجددة

- الحفاظ على الموارد الطبيعية
- تخفيض الانبعاثات
- تخفيف التلوث
- مصاريف التشغيل والصيانة ضئيلة نسبياً بعيداً عن التضخم
- أمن الامدادات
- تنويع المصادر
- الاستقلال الطاقى / الطاقة الوطنية
- الملاءمة للمراكز المعزولة
- كهربة الريف: تحسين مستوى التوتر/ الجهد عند ربط مجموعة توليد على مخرج توتر متوسط أو توتر منخفض (انخفاض التوتر/ الجهد $= \frac{RP + XQ}{U}$)
- الاستفادة من التمويل عبر آلية التنمية النظيفة/ سعر طن الكربون وفق تجارة الانبعاثات في أوروبا 10-40 د.أ./ طن CO₂
- خلق مناخ ملائم للخصخصة والمنافسة
- لا مركزية إنتاج الطاقة الكهربائية
- الاستفادة من الطاقة الحرارية والميكانيكية دون المرور بالطاقة الكهربائية.

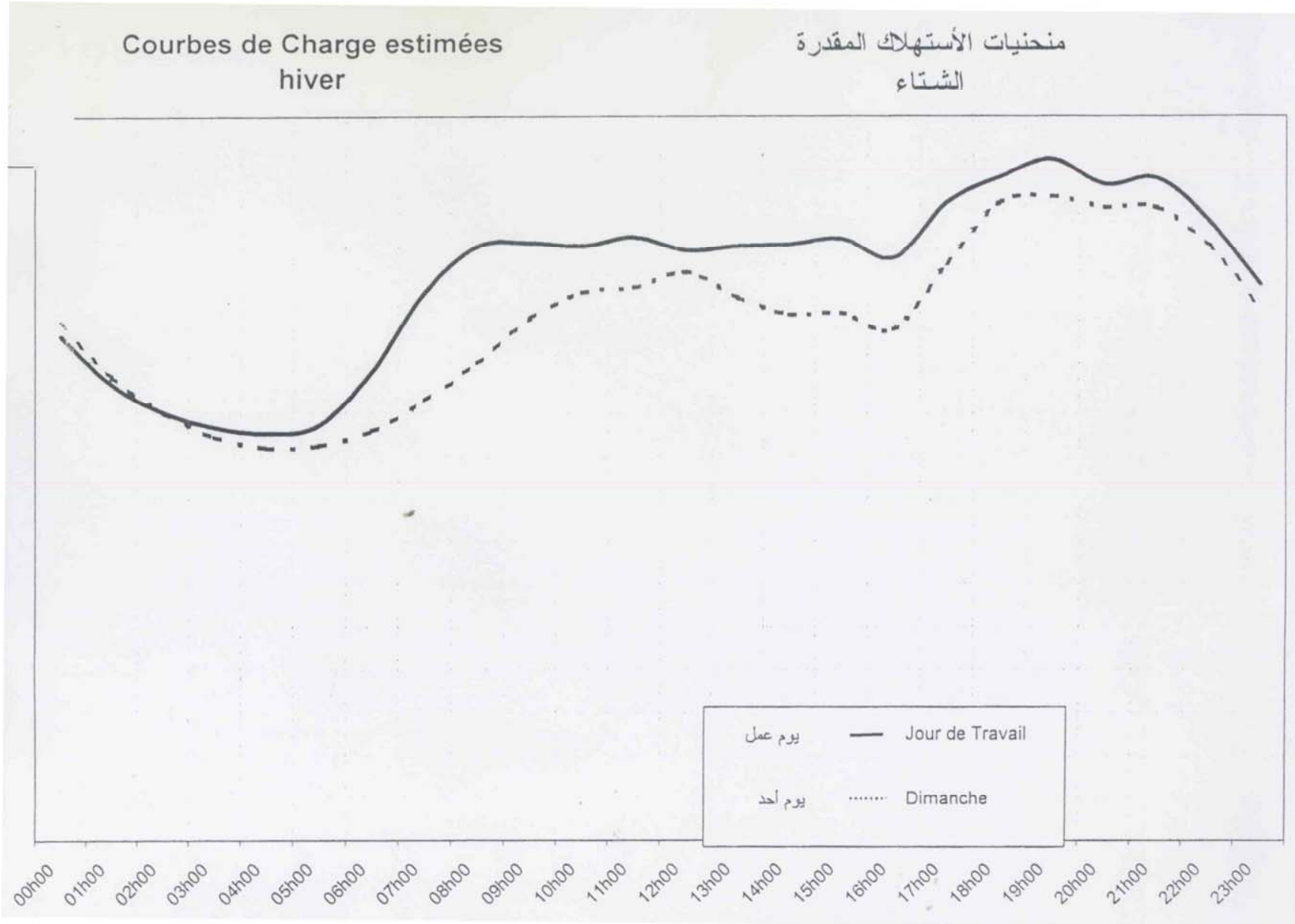
ثالثاً – المعوقات ونقاط الضعف في استخدام الطاقة المتجددة

- رأس المال اللازم للتوظيف في الاستثمارات مرتفع نسبياً.
- سياسة دعم الوقود الاحفوري المعتمدة/ مباشرة أو غير مباشرة/
- صعوبة تخزين الطاقة: الكيميائية في البطاريات – الحرارية لفترة ساعات في الاملاح المذوبة ($600^{\circ}\text{C} / 60\% \text{NO}_3 \text{NA} + 40\% \text{NO}_3 \text{K}$) تخزين الهيدروجين...
- الطاقة الشمسية وطاقة الرياح: سلبية وعشوائية – غير ممكنة التخزين – يؤدي استعمالها إلى زيادة في كلفة الكيلووات ساعة من المصادر التقليدية...
- الحقوق الحصرية للمنتجين الحاليين
- الاولويات الاجتماعية
- إمكانيات الشركات الصانعة بعد كيوتو/ نقل التكنولوجيا
- التعرفة المميزة FIT في الدول الصناعية المتقدمة (المانيا: 0.23 / 0.43 / 0.57 يورو للكيلووات ساعة)
- ضرورة تواجد الشبكات الذكية للسماح للكهرباء المنتجة من الطاقة بالتزايد.

رابعاً - متطلبات الشبكات الكهربائية/ منحنيات الاستهلاك



رابعاً - متطلبات الشبكات الكهربائية/ منحنيات الاستهلاك (تابع)



رابعاً - متطلبات الشبكات الكهربائية/ منحنيات الاستهلاك (تابع)

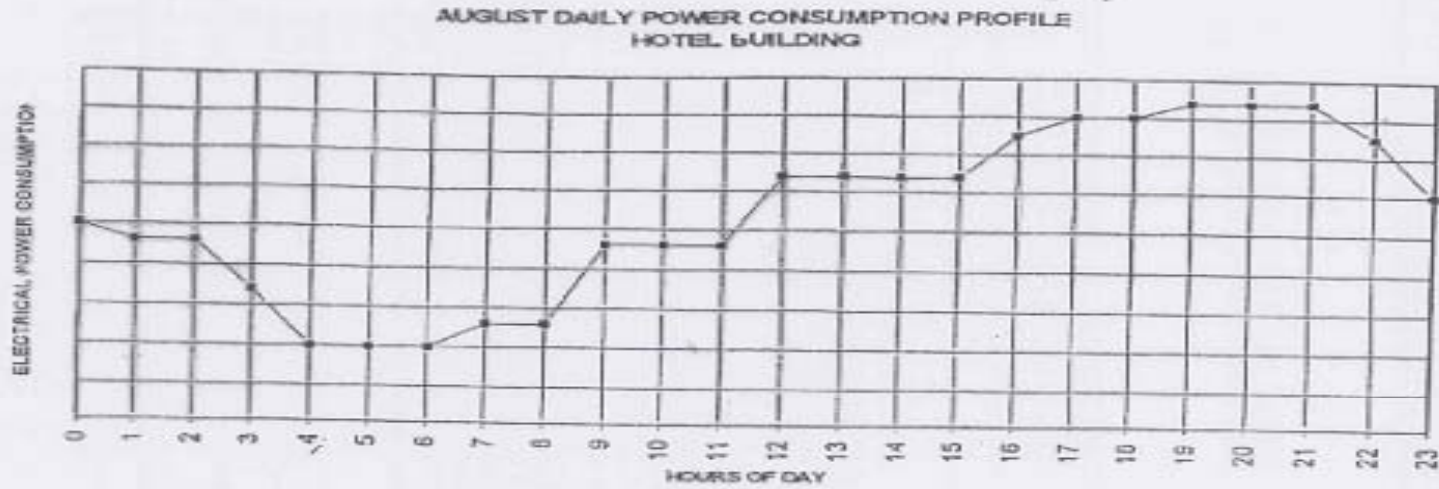


Fig. 3

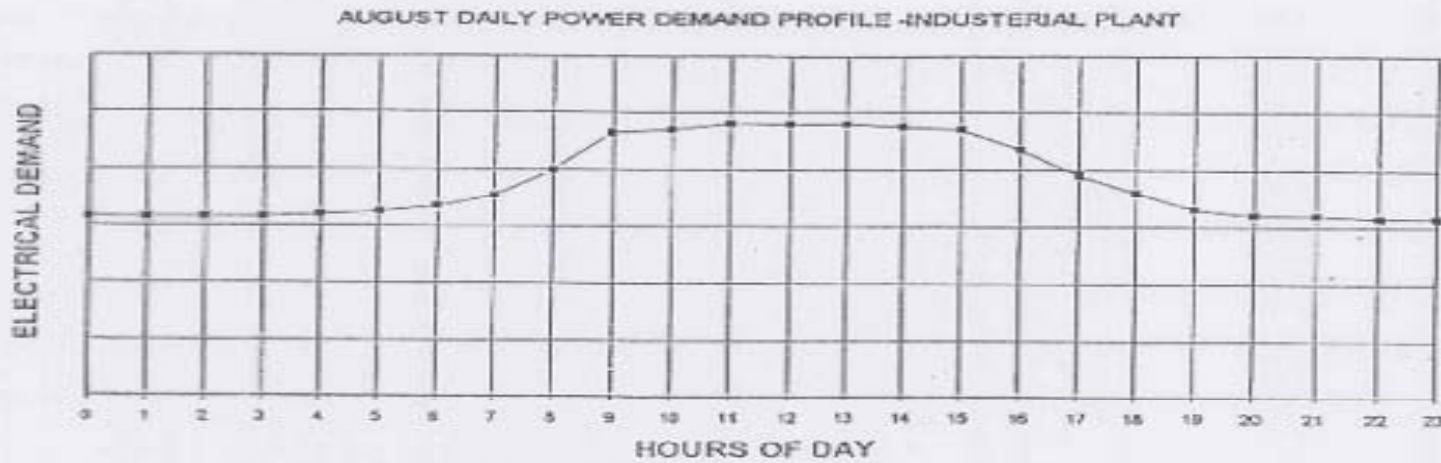


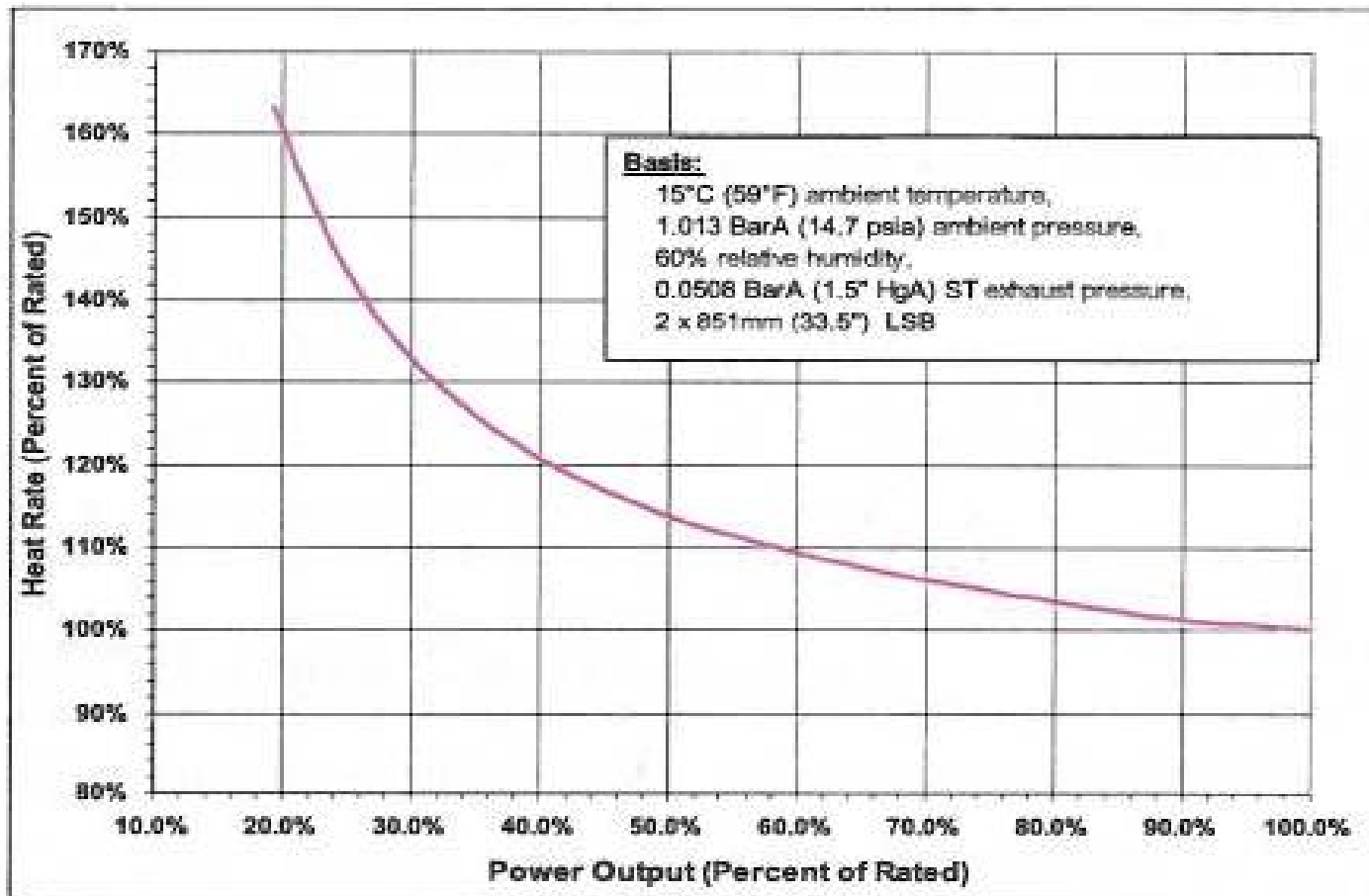
Fig. 4

رابعاً - متطلبات الشبكات الكهربائية/ منحنيات الاستهلاك (تابع)

المردود يتأثر بنسبة القدرة التشغيلية من القدرة الإسمية

GENERAL ELECTRIC MODEL PG654 1 (B) GAS TURBINE ESTIMATED
PERFORMANCE - CONFIGURATION: NATURAL GAS
Compressor Inlet Conditions 59°F (15.0 C), 60 %Rel. Humidity
Atmospheric Pressure 14.7 bar)

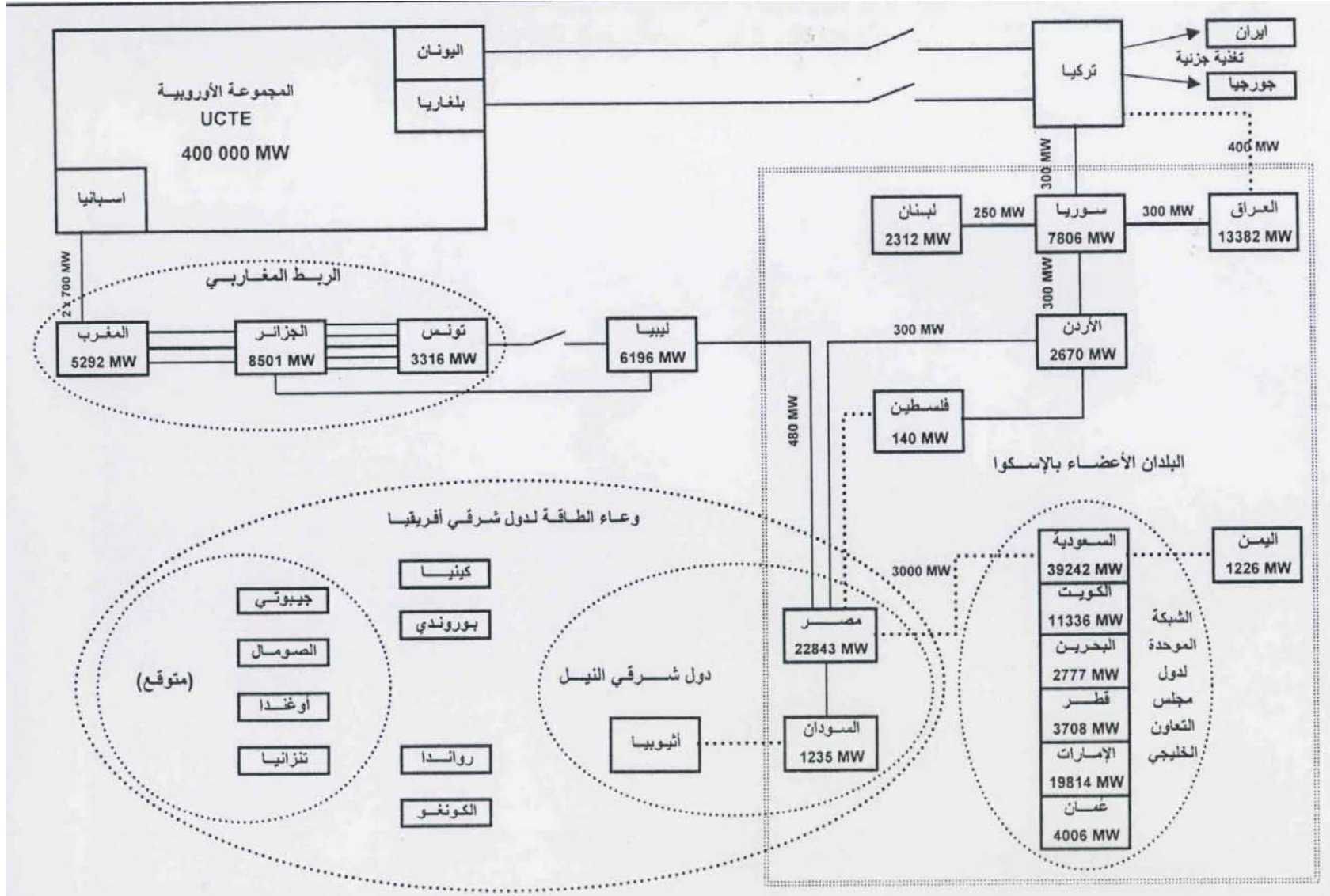
DESIGN OUTPUT KW 38340



رابعاً - متطلبات الشبكات الكهربائية/ منحنيات الاستهلاك (تابع)

- تقليدياً: تأمين حاجات الاستهلاك بواسطة المجموعات المتوفرة: الكيلووات ساعة الأقل كلفة – تأمين الذروة بالاستعانة بالمجموعات سهلة وسريعة الإقلاع.
- مع الطاقات المتجددة: الأولوية للطاقة التي لا يمكن تخزينها
- أهمية سياسة التعرفات الكهربائية
- الشبكات الذكية
- دور سوق الكهرباء
- هل تتضمن القدرة المتوجب تجهيزها على الشبكة (القدرة وقت الذروة + الاحتياطي الثابت + الاحتياطي الدوار + / - القدرة المتبادلة مع الشبكات المجاورة) قدرة مجموعات الطاقة المتجددة؟؟
- يؤدي إنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقات المتجددة: وفر في استهلاك المحروقات في أوقات توافرها.

خامساً – الربط الكهربائي



سادساً - الطاقة الكهربائية من الكتلة الإحيائية

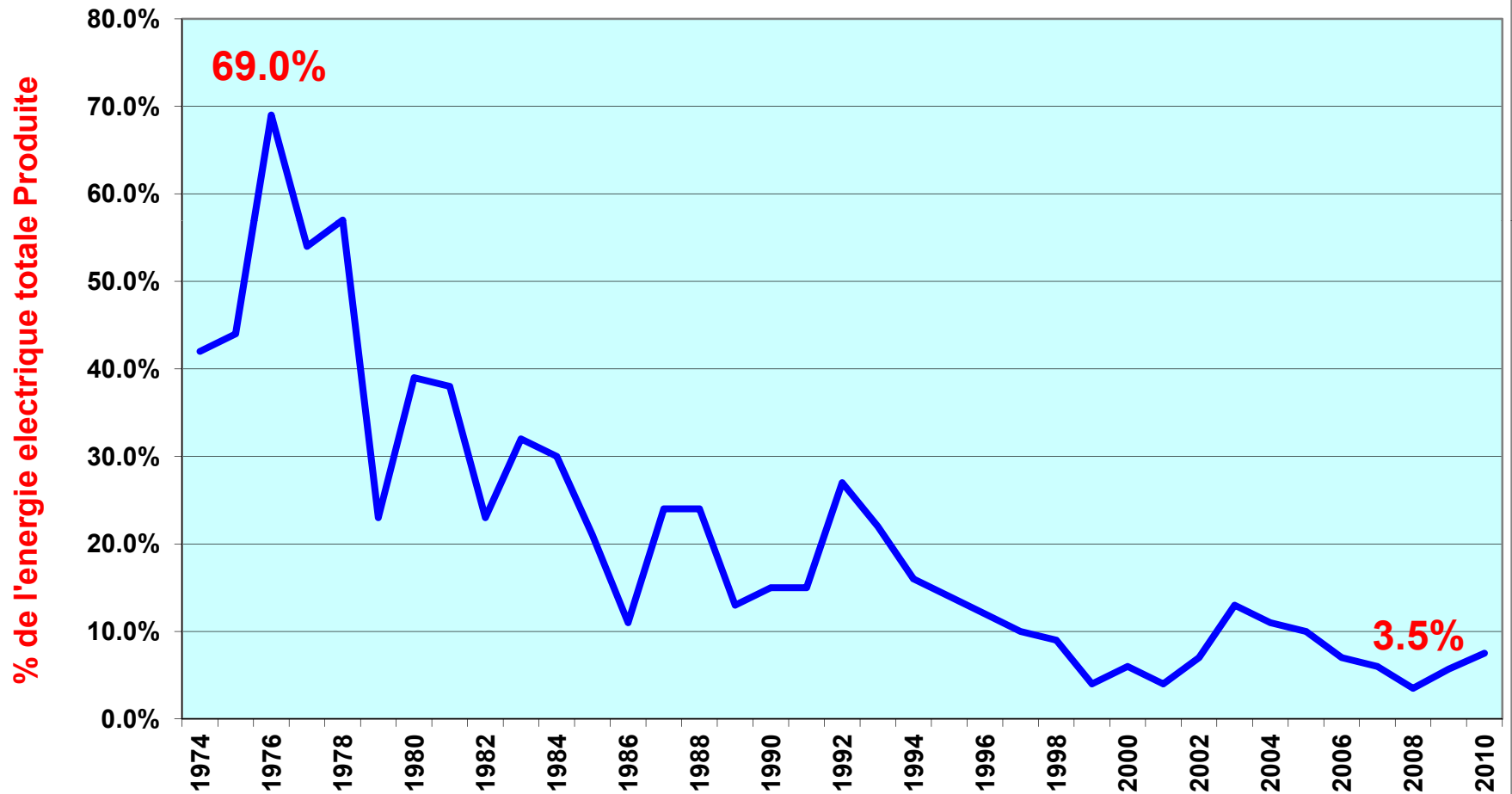
- الكتلة الإحيائية: طاقة قابلة للتخزين
- الحرق المباشر/ إنتاج الغاز الحيوي/ إنتاج الوقود الحيوي السائل
- تحاشي انبعاثات غاز الميثان في الفضاء
- خطر إزالة الغابات/ أزمة الغذاء العالمية
- الاستفادة من النفايات الحيوانية والنباتية: بالتخمير (35%) CO_2 (60%) CH_4 الغاز البيولوجي: 5600 كيلو كالوري للمتر المكعب.
- دراسات ومشاريع في دول المنطقة
- الاستفادة من آلية التنمية النظيفة، إنتاج الطاقة من النفايات: 3 مشاريع في مصر – مشروع في الاردن – 3 مشاريع في المغرب – مشروعان في كل من سوريا وتونس.

سابعاً - محطات التوليد الكهرمائية

- على مجاري المياه
- مع خزانات: عدة ساعات/ يومي/ شهري /فصلي/ سنوي
- التوجه نحو المحطات الصغيرة والصغيرة جداً
- طاقة ممكنة التنسيق في غالب الاحيان
- التمييز بين القدرة المجهزة والطاقة المنتجة سنوياً
- النزاع بين انتاج الكهرباء من المصادر المائية او استعمالها لتلبية حاجات الري والزراعة
- التجهيز: البناء والتشغيل والصيانة: القسم المحلي هام (أكثر من 50% - هندسة مدنية الخ...) التكنولوجيا ناضجة وتقليدية –
- مصاريف الصيانة والتشغيل منخفضة – الإقلاع سهل وسريع – مرونة التشغيل وتعيير وضبط الذبذبة.

سابعاً - محطات التوليد الكهرمائية (تابع)

الطاقة المائية في لبنان *Energie Hydraulique au Liban*



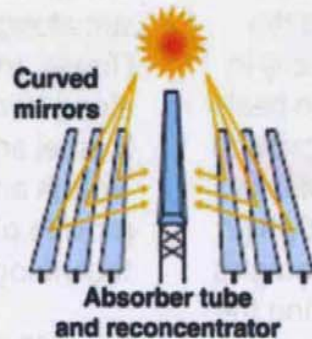
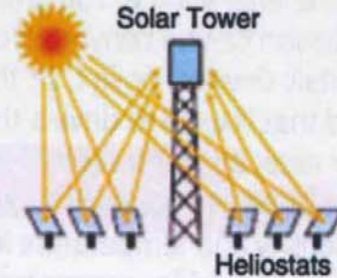
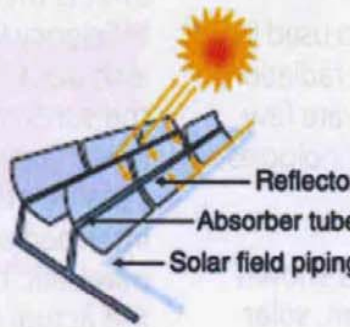



ثامناً - محطات التوليد الكهربائي الحرارية من الطاقة الشمسية CSP

- تستفيد من الاشعاع المباشر بعد تركيزه
- إمكانية الجمع مع محطات التوليد الحرارية: بخاري – دارة مركبة
- إمكانية تخزين الطاقة الحرارية
- الكفاءة بتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية Fresnel 50 ثابت – 65 – 75% القطع المكافئ (متحرك) والبرج (ثابت) (الصحن) – 90 %
- الكفاءة بتحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية 20 – 40%
- إمكانية الجمع بين انتاج الطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية (نزع ملوحة مياه البحر)
- التكنولوجيات: القطع المكافئ: 50 إلى 300 ميغاواط/ البرج: 10 إلى 50 ميغاواط.

ثامناً - محطات التوليد الكهربائي الحرارية من الطاقة الشمسية CSP (تابع)

التكنولوجيات الأربع المتوفرة (after IEA, 2010b) The four CSP Technology families

	Focus type	Line focus	Point focus
Receiver			
Fixed Stationary receiver that remains mechanically independent of the concentrating system. The attainable working temperature depends of the concentration ratio.		Linear Fresnel 	Tower (central receiver systems) 
Tracking/aligned The receiver moves together with the concentrating system. Mobile receivers collect more radiation energy than corresponding fixed receivers.		Parabolic Trough 	Parabolic Dish 



ثامناً - محطات التوليد الكهربائي الحرارية من الطاقة الشمسية CSP (تابع)

- محطات التوليد الصغيرة: تجميع لوحات 5 أمتار مربعة للوحة
العدد 12540 / 5016 / 2508 / 1254 / 646
القدرة 5000 / 2000 / 1000 / 500 / 250
- الكلفة: 2-3 مرات كلفة المحطات التقليدية
- التوقعات: انخفاض الاسعار 50 – 60% في 10-15 سنة
القادمة (النصف بسبب التطور التكنولوجي والنصف الآخر بسبب
التصنيع بكميات وقدرات كبيرة)
- في العام 2011: 1.3 جيغاواط قيد التشغيل و 2.3 جيغاواط
قيد البناء.



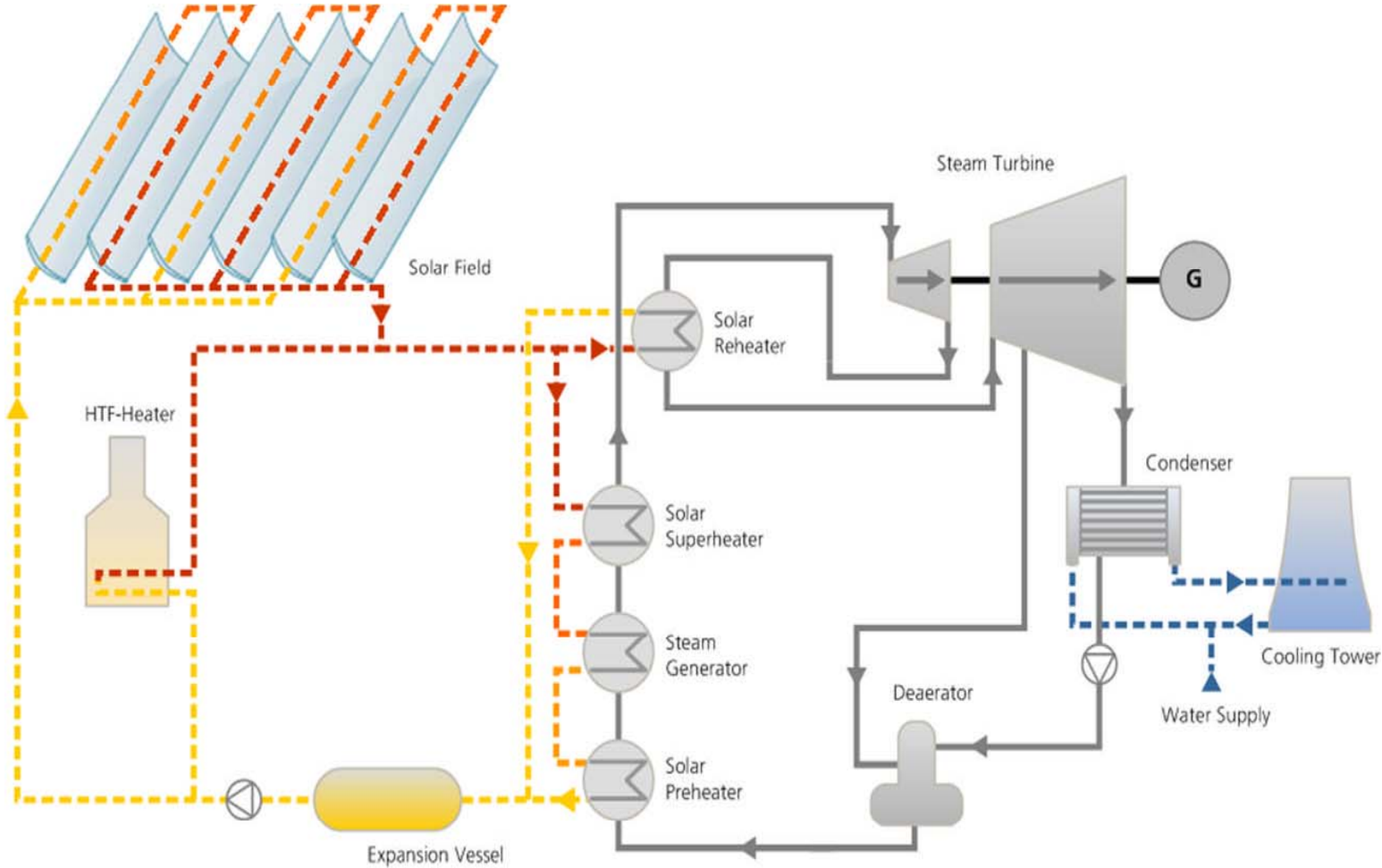
ثامناً - محطات التوليد الكهربائي الحرارية من الطاقة الشمسية CSP (تابع)



مشروع
GEMASOLAR
(إسبانيا)

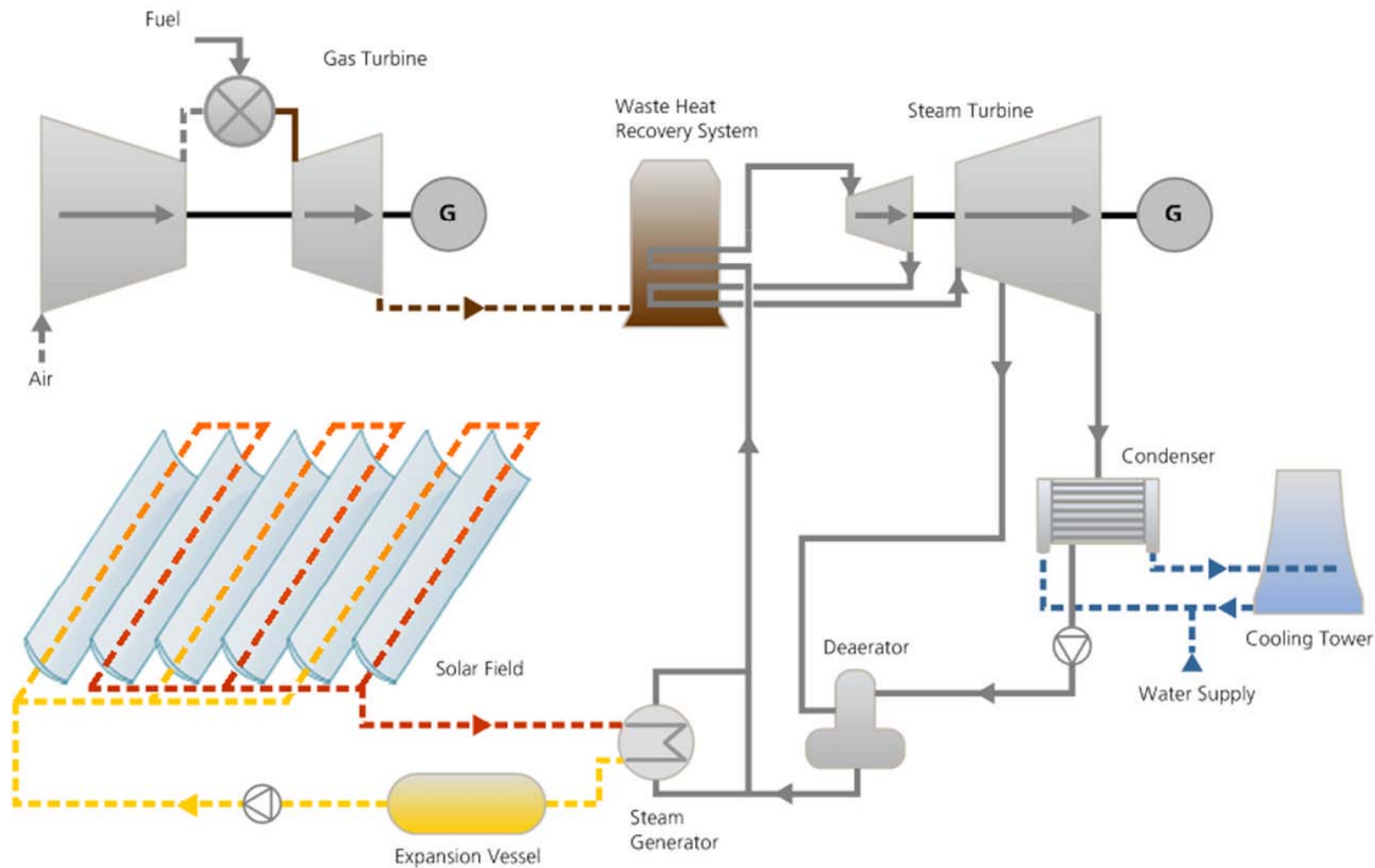
خيما سولار

Solnova 50MW Plant Configuration مكنون شمسي + مجموعة بخارية



Morocco: Ain Beni Mathar Integration into Combined Cycles

مكون شمسي + دارة مركبة



MENASOL 2011
Source: 3rd North Africa & Middle East Solar Conference & Expo
4-5 May, Mazagan Resort, Casablanca (El Jadida), Morocco



ثامناً - محطات التوليد الكهربائي الحرارية من الطاقة الشمسية CSP (تابع)

Shams-1 First Collector Installed

شمس - تركيب أول مجمع شمسي



Source:

MENASOL 2011

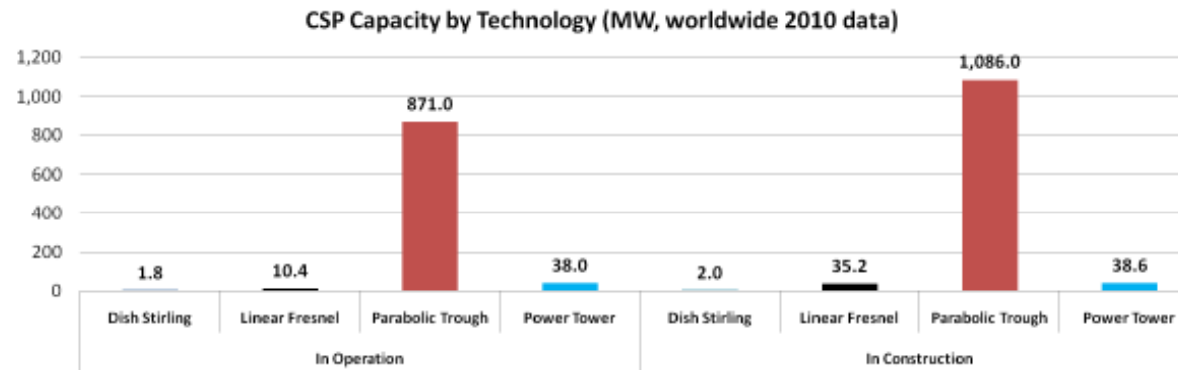
3rd North Africa & Middle East Solar Conference & Expo
4-5 May, Mazagan Resort, Casablanca (El Jadida), Morocco



ثامناً - محطات التوليد الكهربائي الحرارية من الطاقة الشمسية CSP (تابع)

مستويات النضوج للتكنولوجيات الأربع Four technologies, different level of maturity

Maturity	Parabolic Trough	Power Tower	Linear Fresnel	Dish Stirling
First Project ² :	1983	2007	2003	2007
Installed Capacity:	871MW	38MW	10MW	1.8MW
Plants in Operation:	21	5	4	3
Of which largest:	80MW	20MW	5MW	1.5MW
Plants in Construction:	25	5	2	2
Of which largest:	100MW	17MW	30MW	1MW



¹ According to BEEI MENA research, based on various publically available documents

² Commercial application, excluding pilots



ثامناً - محطات التوليد الكهربائي الحرارية من الطاقة الشمسية CSP (تابع)

Thermal Energy Storage Systems Technologies TESS

تكنولوجيات أنظمة تخزين الطاقة الحرارية

Technology	Large scale	Small scale	Demo	Research and Development	Spec. Invest. costs	Economical potential for base load application
Molten salt storage	✓	✓	✓	✓	+	○
Steam accumulators (Ruths-storage)	✓	✓	✓	✓	--	--
PCM storage			✓	✓	○	+
Concrete storage			✓	✓	○	+
Ceramic storage			✓	✓	--	--
Sand/Stone storage				✓	++	+
Thermo chemical storage				✓	○	+
Fluidized bed or Trickle sand storage				✓	+	+

Thermal Energy Storage System - TESS

21

Source: Menasol 2011 - enolcon

— Site selection: solar technology requires more space....

المساحات المطلوبة: لكل من التكنولوجيات (عدد الهكتار لكل ميغاواط مركب)

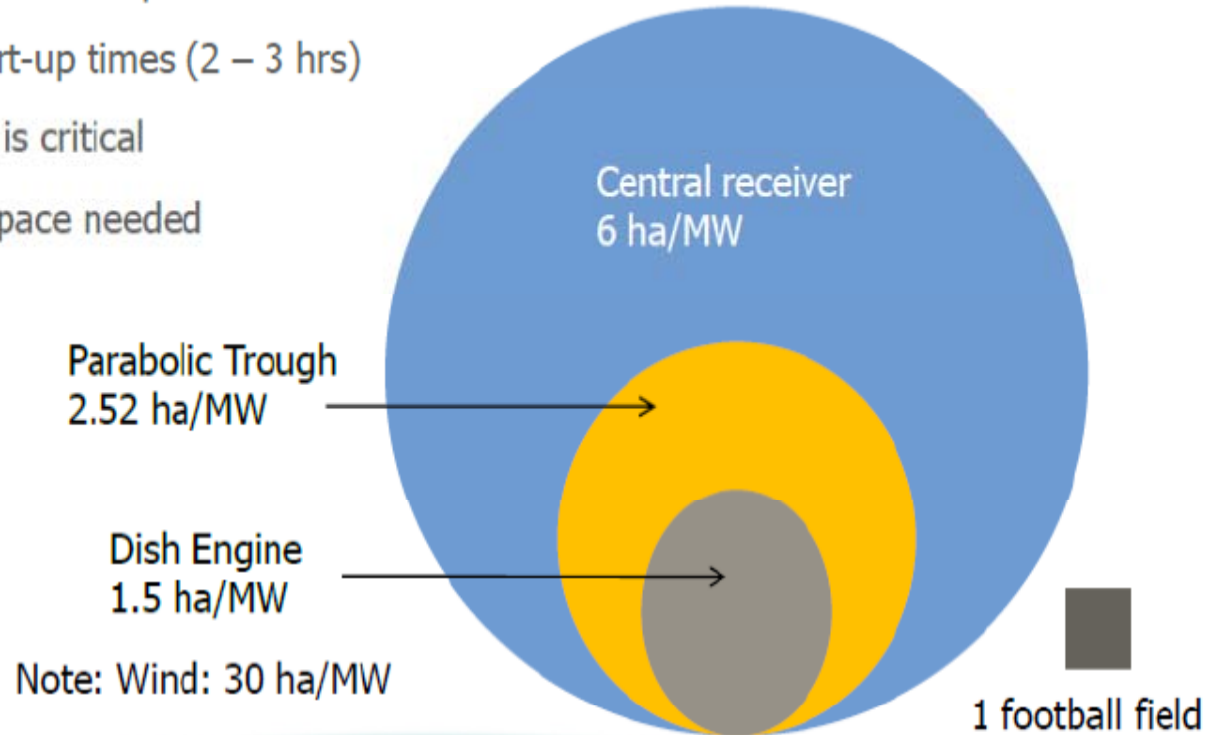
Large capital investment: 2000 – 5000 €/kW (dependent on technology, storage, ...)

Few data about operation and maintenance

Long start-up times (2 – 3 hrs)

Location is critical

Lots of space needed



تاسعاً - محطات الخلايا الكهروضوئية

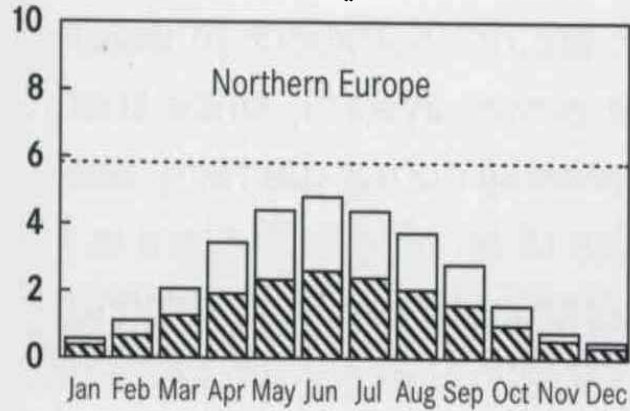
- تستفيد من كل أشعة الشمس المباشرة والمبعثرة
- أنظمة معزولة وفردية/ أنظمة مربوطة بالشبكة الكهربائية العامة
- مجموعات قياسية (75 واط للوحة)
- المحطات الأكبر 80 ميغاواط ذروة (كندا 2011) 72 ميغاواط ذرية (إيطاليا 2010) 67 ميغاواط ذروة (فرنسا 2007) سيكون هناك 550 ميغاواط ذروة (كاليفورنيا 2014)
- عدد الساعات المكافئة: 1000 – 2000 ساعة سنوياً
- مساحة التشغيل 4 هكتار للميغاواط ذروة
- الكلفة 2700 يورو للمحطات الكبيرة (فرنسا) و5000 يورو للمحطات الصغيرة (عدة كيلوات) للكيلوات ذروة

تاسعاً - محطات الخلايا الكهروضوئية (تابع)

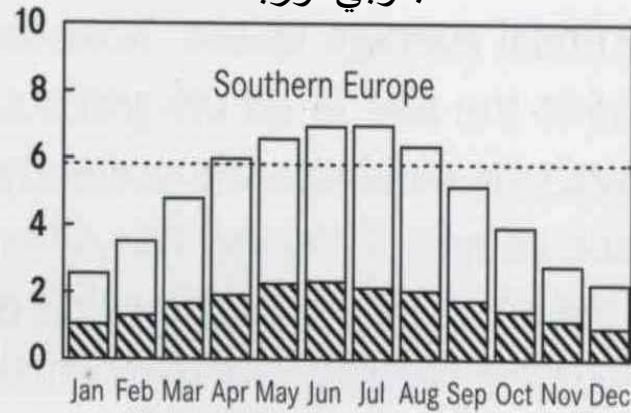
- انخفاض الاسعار: (إحصاءات 2009) السيليسيوم 80% - الرقائق 50% - الوحدات الاحادية البلور 38%
- اواخر العام 2010 كلفة التصنيع في شركة فيرست سولار: ثلاثة أرباع الدولار الاميركي للواط ذروة
- زيادة الإنتاج: 175 طن في العام 2010 / 70 طن في العام 2008
- تنوع جنسيات الشركات الصانعة: منافسة وانخفاض في الاسعار
- شركات أسيوية تصنع معتمدة على التكنولوجيات الاميركية والاسترالية.

تاسعاً - محطات الخلايا الكهروضوئية (تابع)

شمالي أوروبا

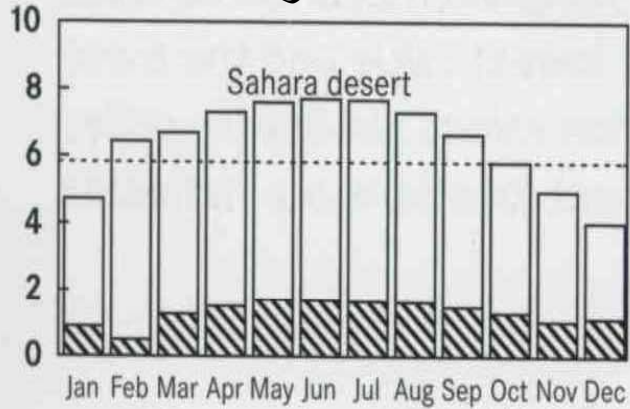


جنوبي أوروبا

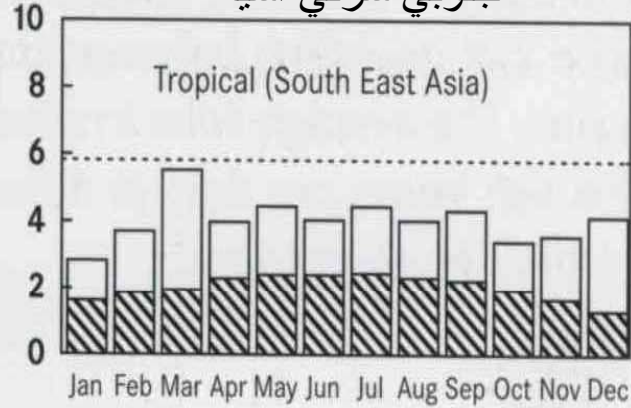


The ratio of direct to diffuse radiation varies depending on geographic location and season.

الصحراء



جنوبي شرقي آسيا

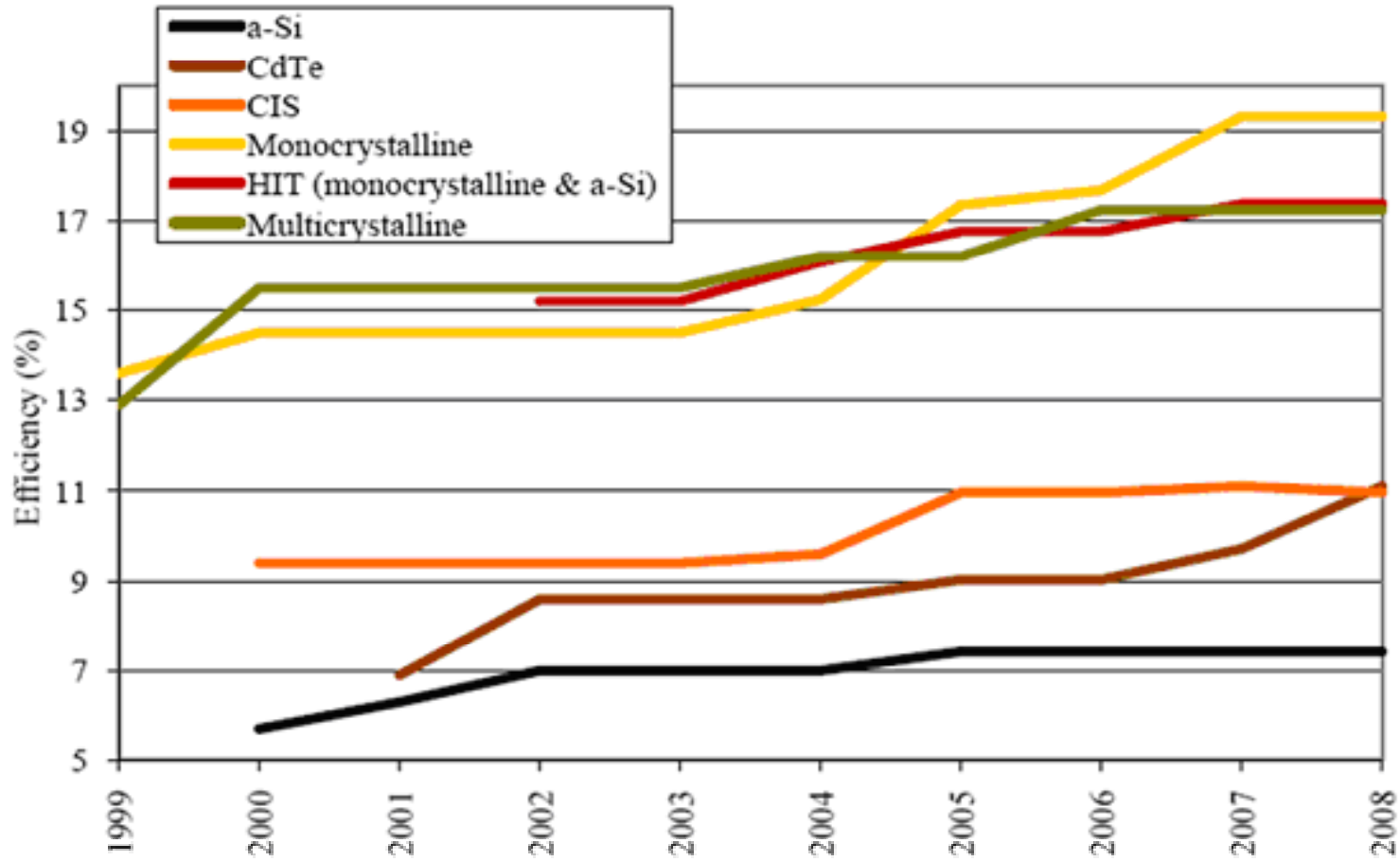


نسبة الاشعاع
المباشر
والاشعاع
المتبعثر تتغير
مع المنطقة
الجغرافية
والفصل

□ direct ▨ diffuse

تاسعاً - محطات الخلايا الكهروضوئية (تابع)

تطور كفاءة الخلايا



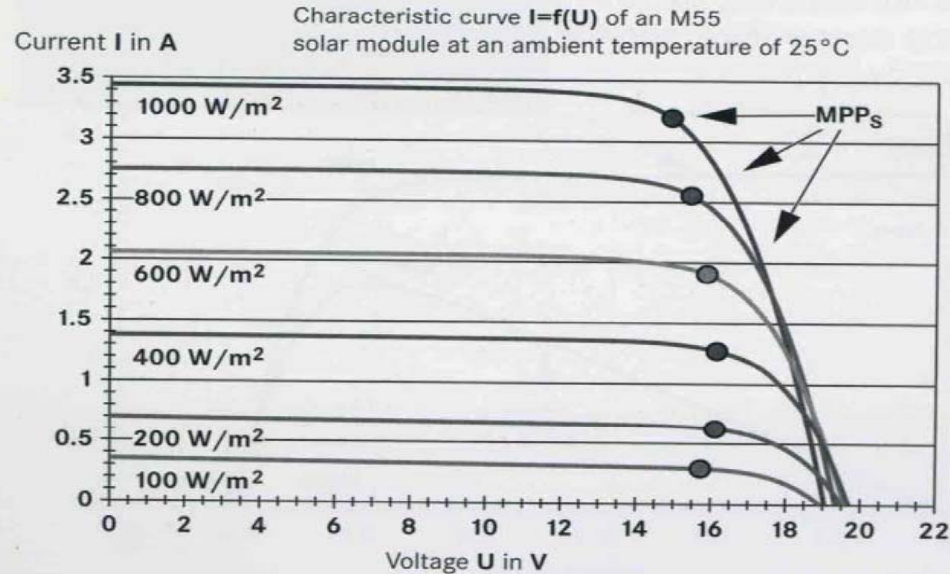
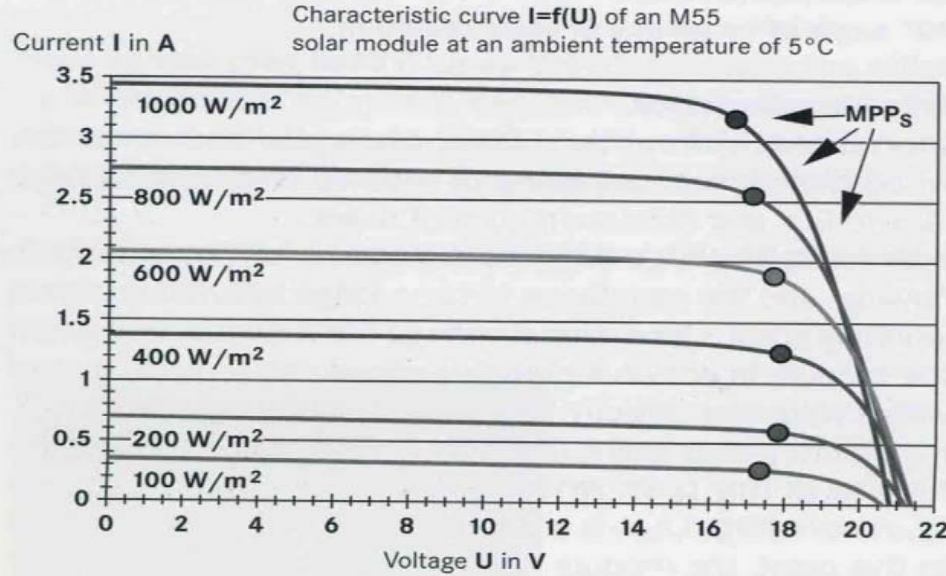
تاسعاً - محطات الخلايا الكهروضوئية (تابع)

		الكفاءة	المساحة اللازمة	الحصة في السوق العالمي	
		efficiency of cell	surface required for 1 kWp	market share 2006	comment
Silicon (Si)	Thick-film <i>Monocrystalline (c-Si)</i>	16–20%	6–7m ²	43.3%	
	<i>Polycrystalline (mc-Si)</i>	15–18%	7.5–10m ²	46.5%	
	Thin-film <i>Amorphous silicon (a-Si)</i>	6–7%	14–20m ²	4.7%	
	Crystalline silicon, e.g. Microcrystalline silicon (μc-Si)	in combination with a-Si up to 10%			
Cadmium telluride (CdTe)		7–10%	12–17m ²	2.7%	Cost-effective manufacture, but Cd is extremely poisonous
Copper indium diselenide (CIS)		13–15%	9–11m ²	0.2%	
Gallium arsenide (GaAs)	<i>Single-film</i>	15–20%			All GaAs cells are: extremely temperature-resistant; extremely expensive to manufacture; for use in space exploration, among other things
	<i>Double-film</i>	20%			
	<i>Triple-film</i>	25–30%			

semiconductor materials

تاسعاً - محطات الخلايا الكهروضوئية (تابع)

Characteristic curves of a monocrystalline module under varying radiation and at ambient temperatures of 5°C (above) and 25°C (below)



القدرة القصوى المنتجة
وعلاقتها بالإشعاع
الشمسي وحرارة البيئة
المحيطة

تاسعاً - محطات الخلايا الكهروضوئية (تابع)

خطة العمل لتطوير صناعة الخلايا من كافة التكنولوجيات

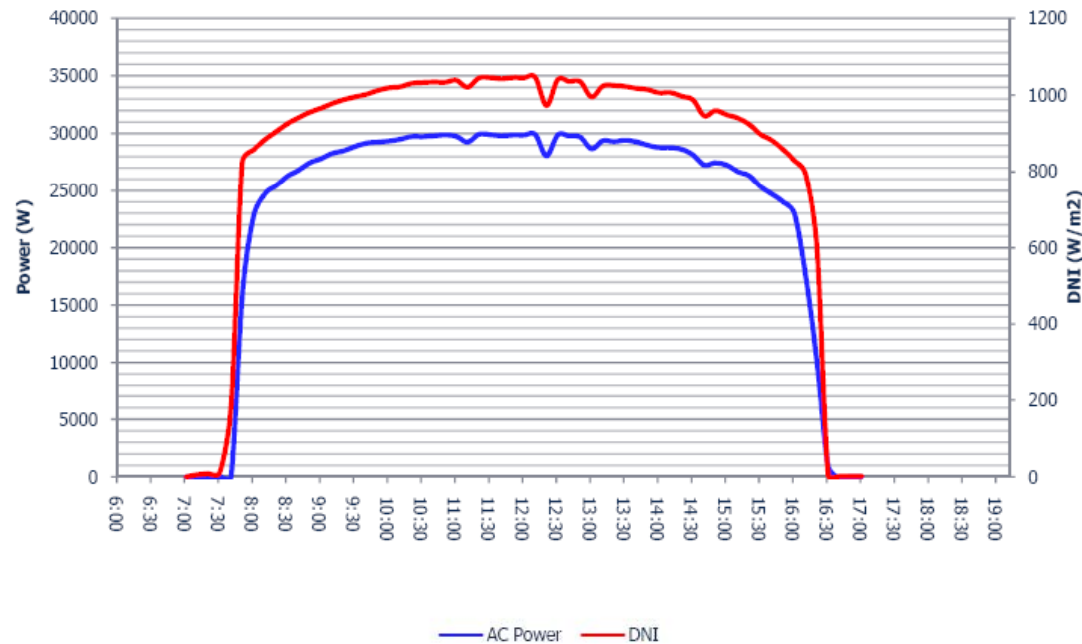
2015			
Type		Commercial Module's Efficiency	\$/KW Installed
First Generation	Wafer Silicone	15-21%	1
Second Generation	a-Si Based thin film	10-13%	0.7
Second Generation	e- Si film	13-16%	0.7
Second Generation	CdTe thin film	13%	2
Second Generation	CIGS	10-15%	3
Second Generation	Concentrator PV (III-V) Si	29-36%	< 2
Third Generation	Sensitized	10%	
Third Generation	Organic PV	(cell) 12%	

Source: US Ministry of Energy www.energy.gov

Installation in Morocco: 30kW at Ifrane

CPV

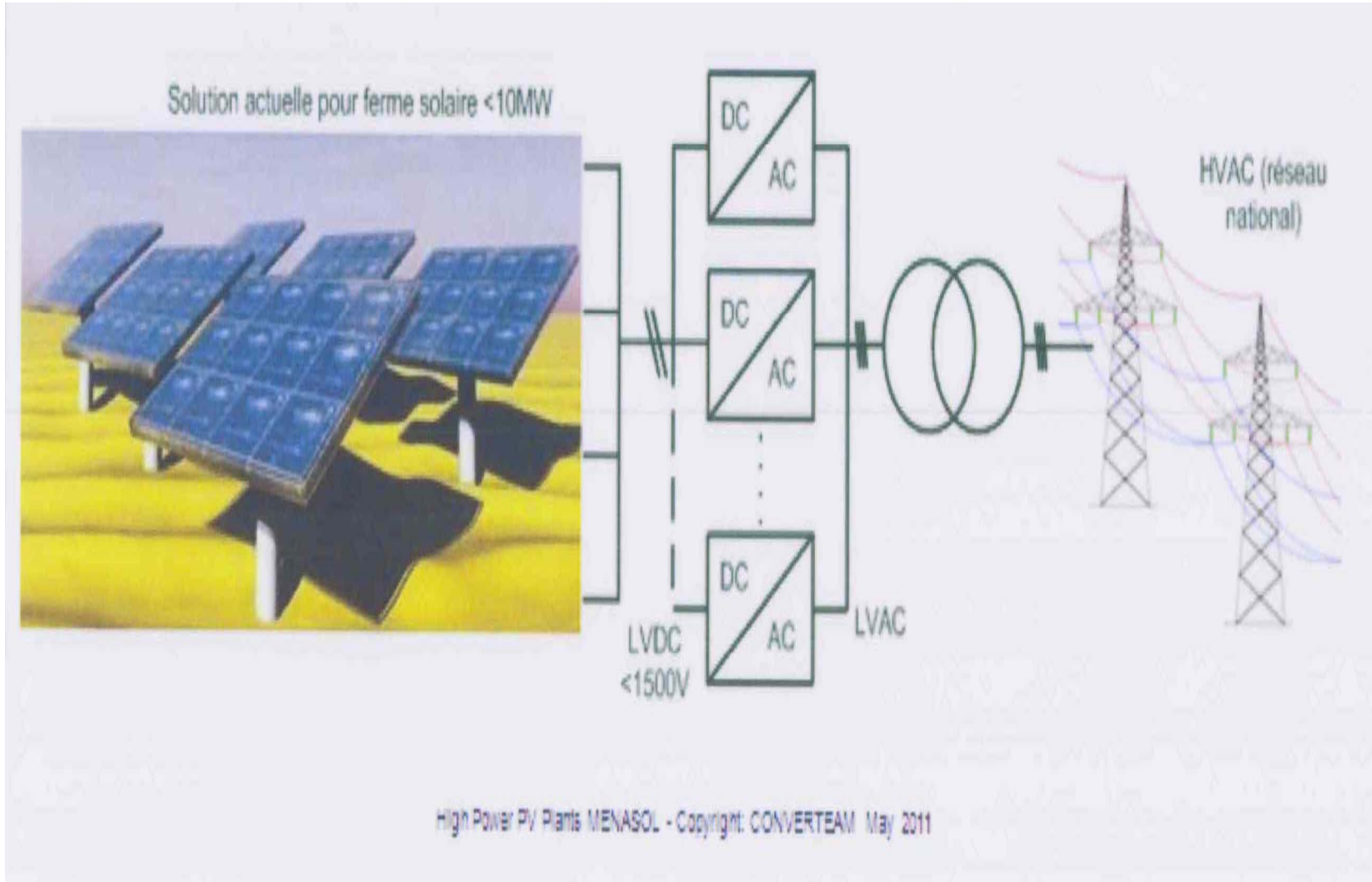
AC Power vs. DNI 28/10/2010



- Connection to the grid: October 2010
- DNI higher than 1000W/m² is very often

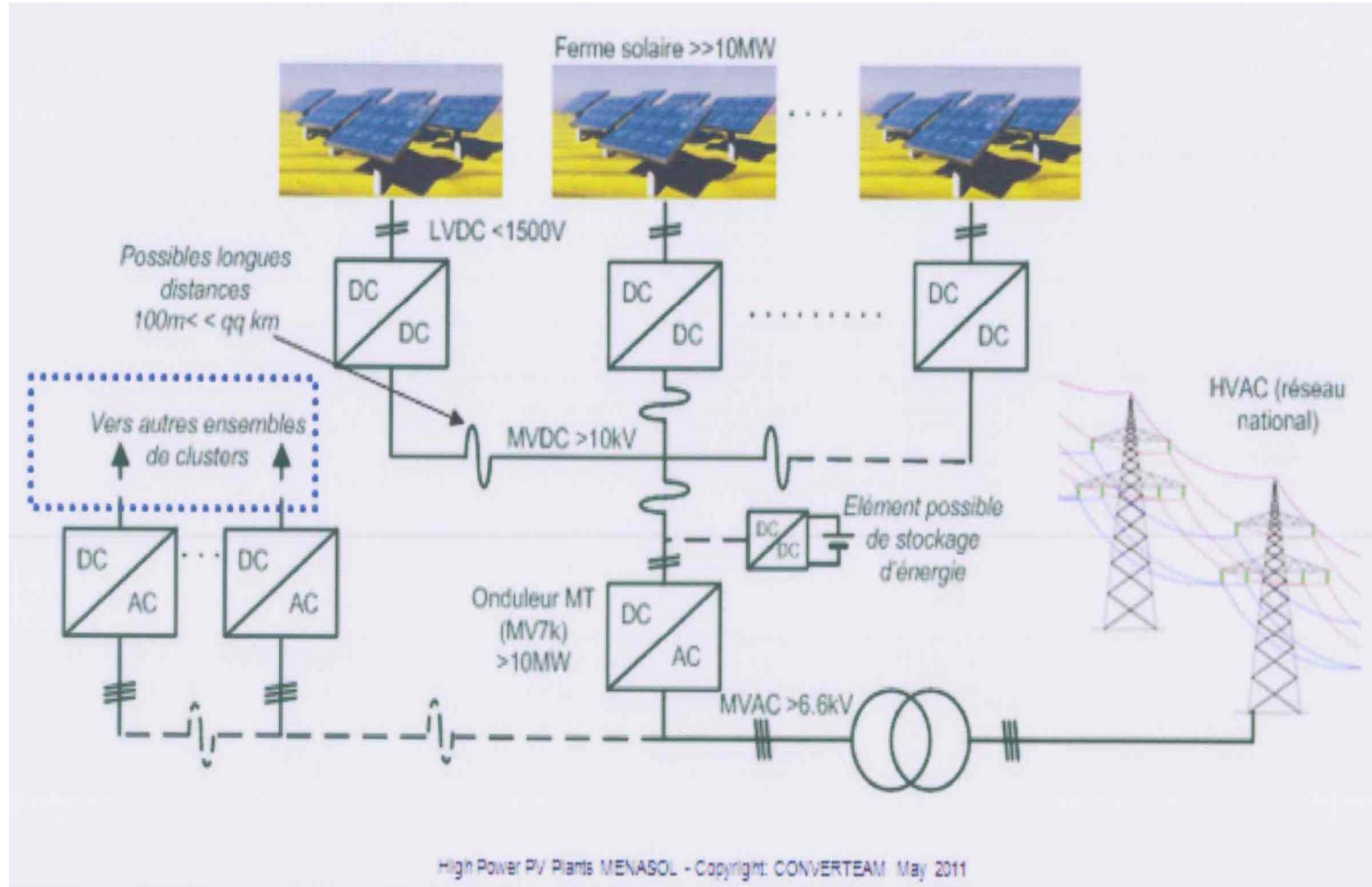
Source: Menasol 2011 - Isofoton cpv

تاسعاً - محطات الخلايا الكهروضوئية (تابع)



Source: Menasol 2011

تاسعاً - محطات الخلايا الكهروضوئية (تابع)



تاسعاً - محطات الخلايا الكهروضوئية (تابع)

Les 10 premiers fabricants de cellules photovoltaïques (en MWc)
The top 10 photovoltaic cell manufacturers (in MWp)*

إمكانات الشركات الصانعة العشر الأكبر

Entreprises Companies	Pays Country	Technologie des cellules** Cell technology**	Production capacity		Production	
			2010	2011	2009	2010
Suntech Power	China	Crystalline (mono, multi)/ Thin Film (a-Si, mc-Si)	1 800	2 400	704	1 572
JA Solar	China	Crystalline (multi)	1 800	3 000	509	1 460
First Solar	USA	Thin film modules (CdTe)	1 502	2 254	1 100	1 412
Trina Solar	China	Crystalline (mono)	1 200	1 900	399	1 064
Yingli Green Energy	China	Crystalline (multi)	980	1 700	525	1 062
Q-Cells	Germany	Crystalline (mono, multi)/Thin Film (CIGS, CdTe)	1 235	1 335	551	1 014
Motech Industries	Taiwan	Crystalline (mono, multi)	1 200	1 800	360	945
Sharp	Japan	Crystalline (mono, multi)/ Thin Film (a-Si, mc-Si)	1 000	1 400	595	910
Gintech	Taiwan	Crystalline (mono, multi)	930	1 500	368	827
Kyocera	Japan	Crystalline (mono, multi)	n.a	1 000	400	650

* Estimation, Estimate. Les décimales sont séparées par une virgule. Decimals are written with a comma. ** CdTe: tellure de cadmium (Cadmium telluride), a-Si: silicium amorphe (amorphous silicon), mc-Si: silicium microcristallin (microcrystalline silicon), CIGS: cuivre indium gallium sélénium (copper indium gallium diselenide), silicium monocristallin (monocrystalline silicon), silicium polycristallin (polycrystalline silicon). Source: Eurobserv'ER 20 11.

Source: Photovoltaic Barometer – Eurobserv'er – April 2011

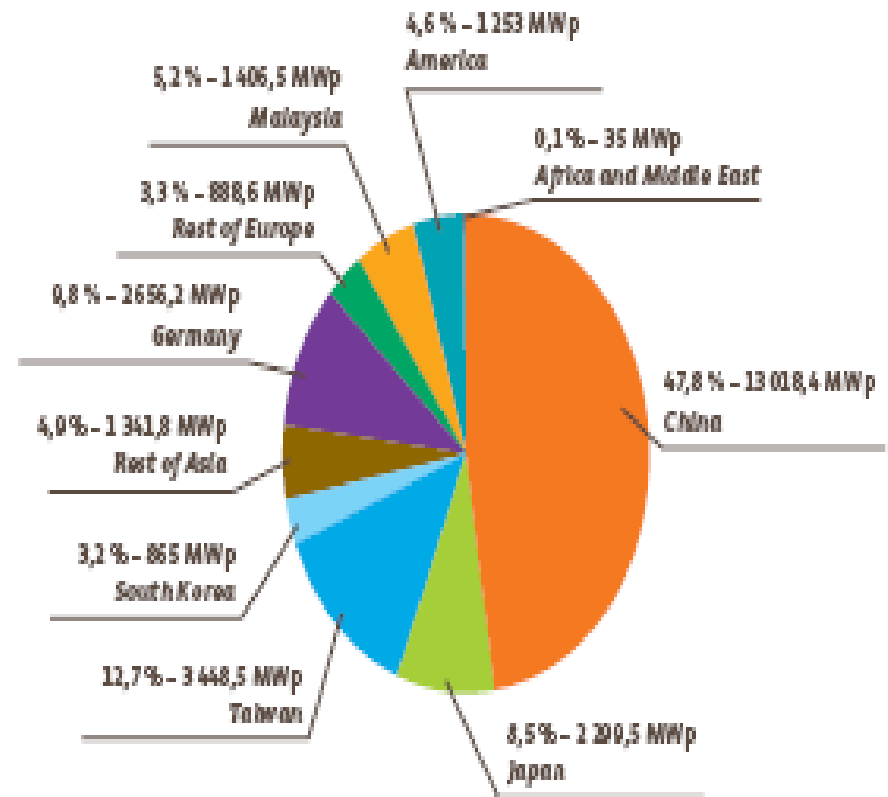
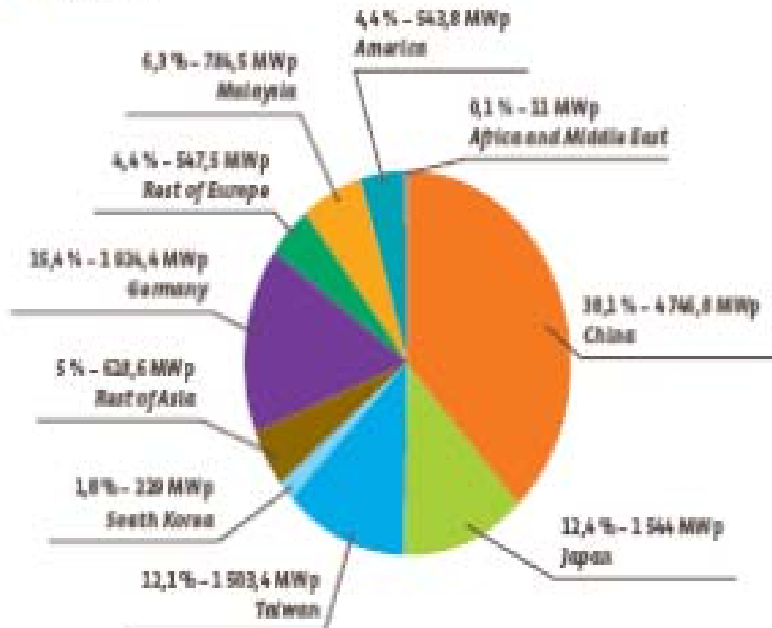
تاسعاً - محطات الخلايا الكهروضوئية (تابع)

التوزيع الجغرافي لشركات صناعة الخلايا الكهروضوئية

Répartition géographique de la production en MWp de cellules photovoltaïques en 2009 et 2010
Geographic distribution of photovoltaic cells production (MWp) in 2009 and 2010
 Les décimales sont séparées par une virgule. Decimals are written with a comma.
 Source : Photon International (mars 2010/March 2011).

Année/year 2010

Année/year 2009



Source: Photovoltaic Barometer – Eurobserv'er – April 2011

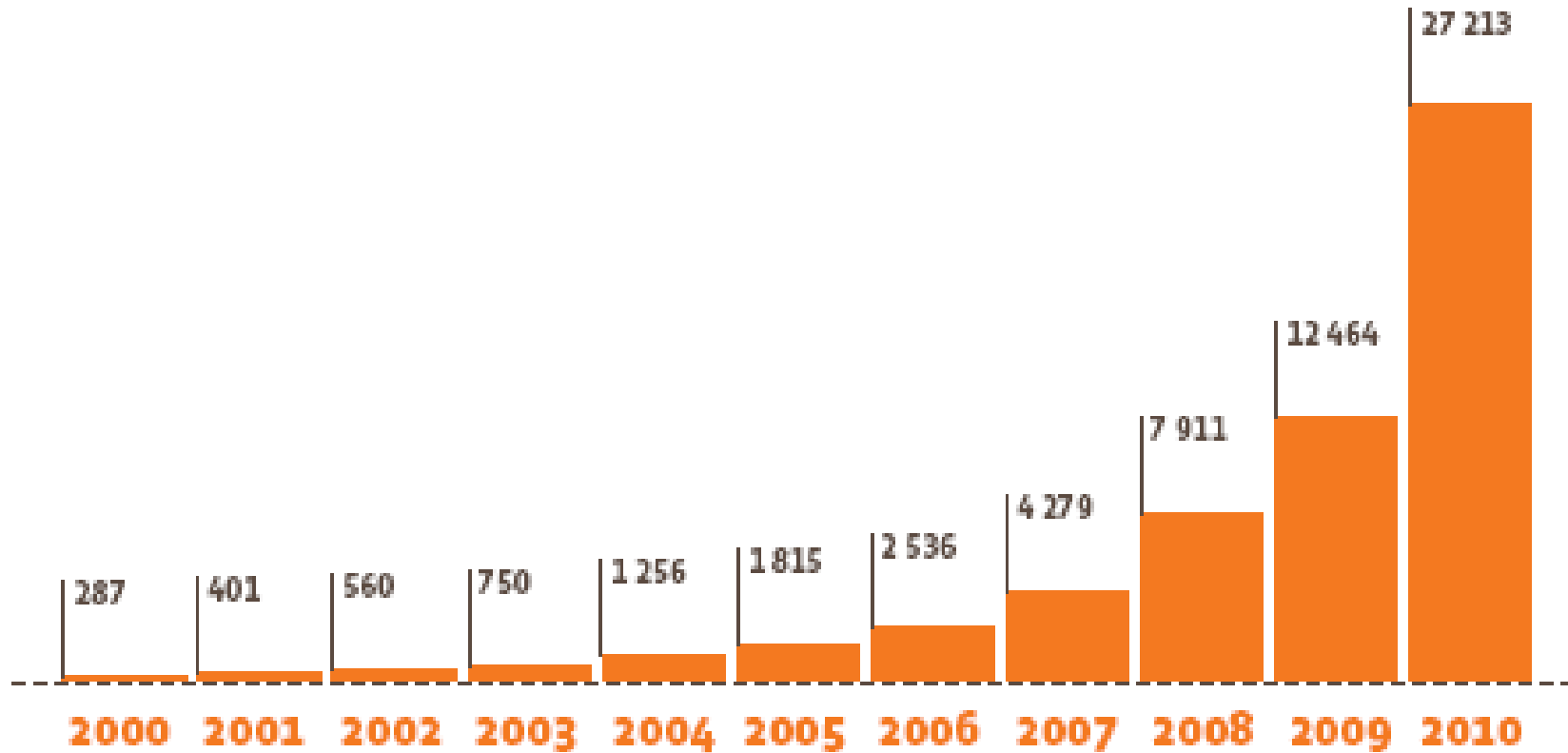
تاسعاً - محطات الخلايا الكهروضوئية (تابع)

تطور صناعة الخلايا الكهروضوئية في الفترة السابقة

Evolution de la production de cellules de 2000 à 2010

Solar cell production 2000 to 2010

Source : Photon International (mars 2011/March 2011).



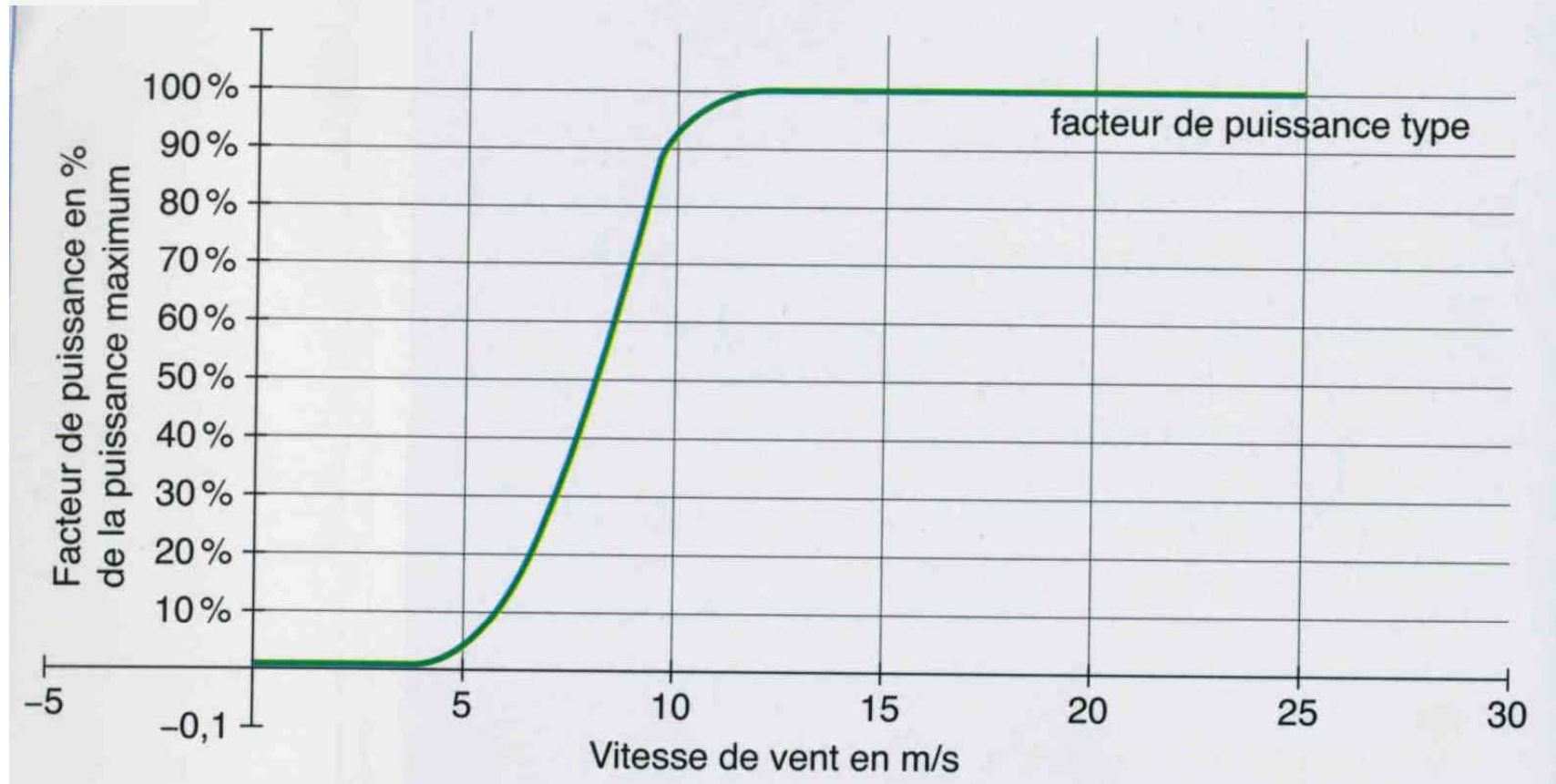
Source: Photovoltaic Barometer – Eurobserv'er – April 2011

عاشراً - مزارع الرياح

- تأثير سرعة الهواء: اذا زادت من 4 إلى 5 أمتار بالثانية، أصبحت القدرة الضعف.
- الاستفادة من سرعة الهواء: تتغير زاوية الريش بصورة أوتوماتيكية
- العنفة ذات المحور العامودي: لا تتأثر بتغير اتجاه الرياح، لكن ضعيف وتعاني من مشكلة الكفاءة.
- العنفة ذات المحور الافقي رائية اكثر في الاسواق.
- اهمية ارتفاع المحور: $V = V_B \left(\frac{H}{H_B} \right)^\alpha \Rightarrow P = P_B \left(\frac{H}{H_B} \right)^\alpha$
- وفق طبيعة الأرض: $\alpha = 0.1 \text{ à } 0.4$
- (حجم الرافعة – النقل – الجهد – مستويات الطيران الخ...) H : 100 – 120 m

عاشراً - مزارع الرياح (تابع)

Exemple de facteur de puissance type selon la vitesse du vent en entrée.



عاشراً - مزارع الرياح (تابع)

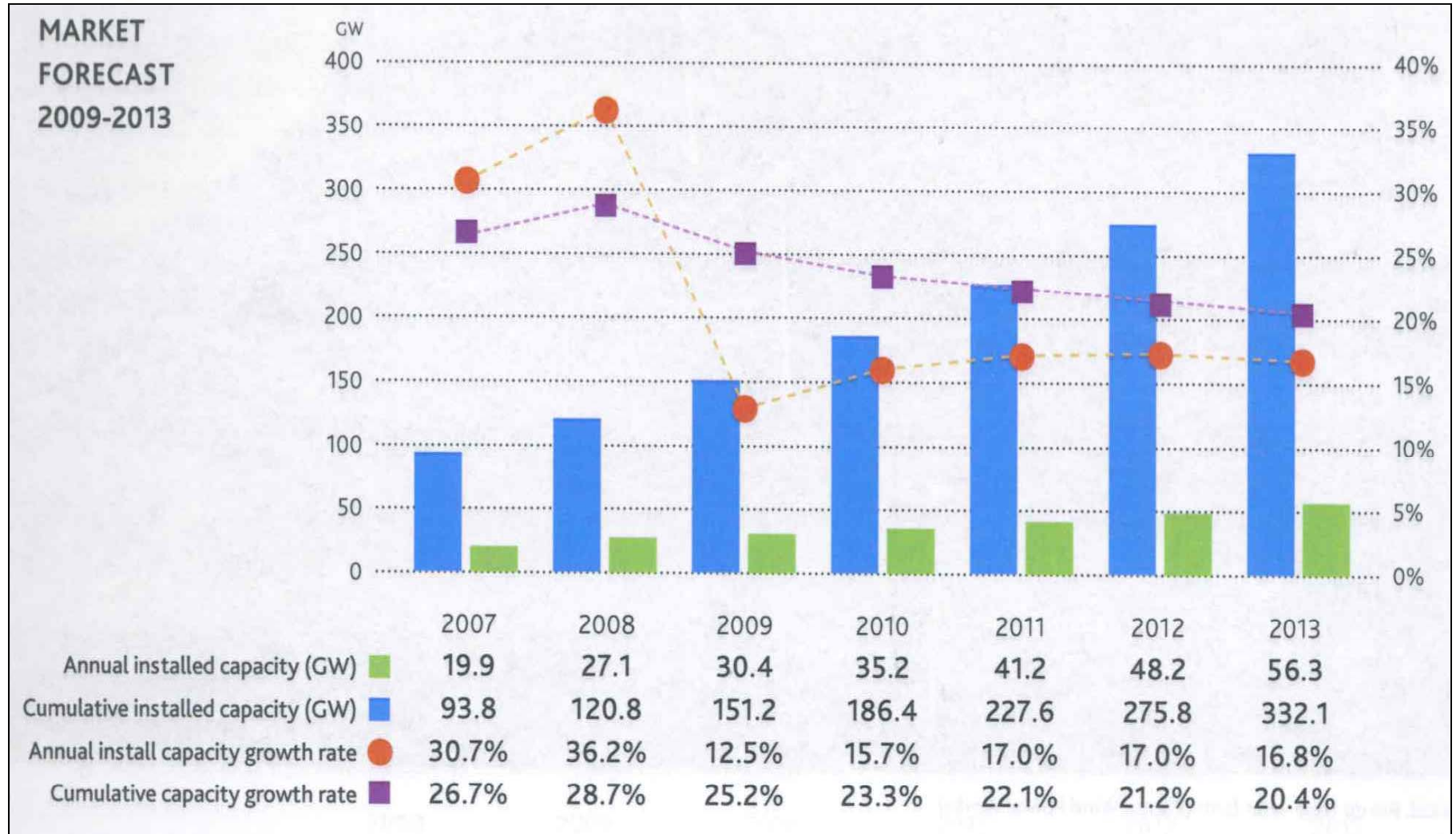
- ← سرعات الرياح المطلوبة: 5.8 متر بالثانية على علو 10 أمتار (أربعة أمتار بالثانية مقبولة للوحدات الصغيرة) و 7 أمتار بالثانية على علو 80 متراً.
- ← القدرة الافراذية 5-7 ميغاواط (ارتفاع 138 متراً قطر 126 متراً)
- ← توزع جنسيات الشركات الصانعة (الدانمرك 20% ألمانيا 21% اسبانيا 17% الولايات المتحدة 19% الصين 9% الهند 9% دول أخرى 5%)
- ← الطاقة الكهربائية المنتجة منافسة تجارياً
- ← عامل الجهوزية ممتاز: يفوق 97% لـ 85% من الوحدات.
- ← كلفة التشغيل والصيانة للوحدات الحديثة في أوروبا 1,2 إلى 1.5 يورو للكيلووات أو كلفة سنوية 1.5 إلى 2% من قيمة التجهيزات الأساسية (صيانة وقطع غيار 26% ادارة 21% استئجار أراضي 18% تأمين 13% الخ...)
- ← مدة حياة التجهيزات: 20 عاماً (5 إلى 10 أشهر خدمة لإنتاج الطاقة التي استهلكت لصناعتها) في حين أنه يجب 3-4 سنوات للخلايا الأحادية التبلور 4-6 سنوات للخلايا المتعددة التبلور و 1-2 سنة للخلايا غير المبلورة.



عاشراً - مزارع الرياح (تابع)

	:	-
72	:	
%2,5		
.		-
%30		-
:) 4000 – 1000	-
	(3300	-
	× 5 - 3	
	× 14 – 10	

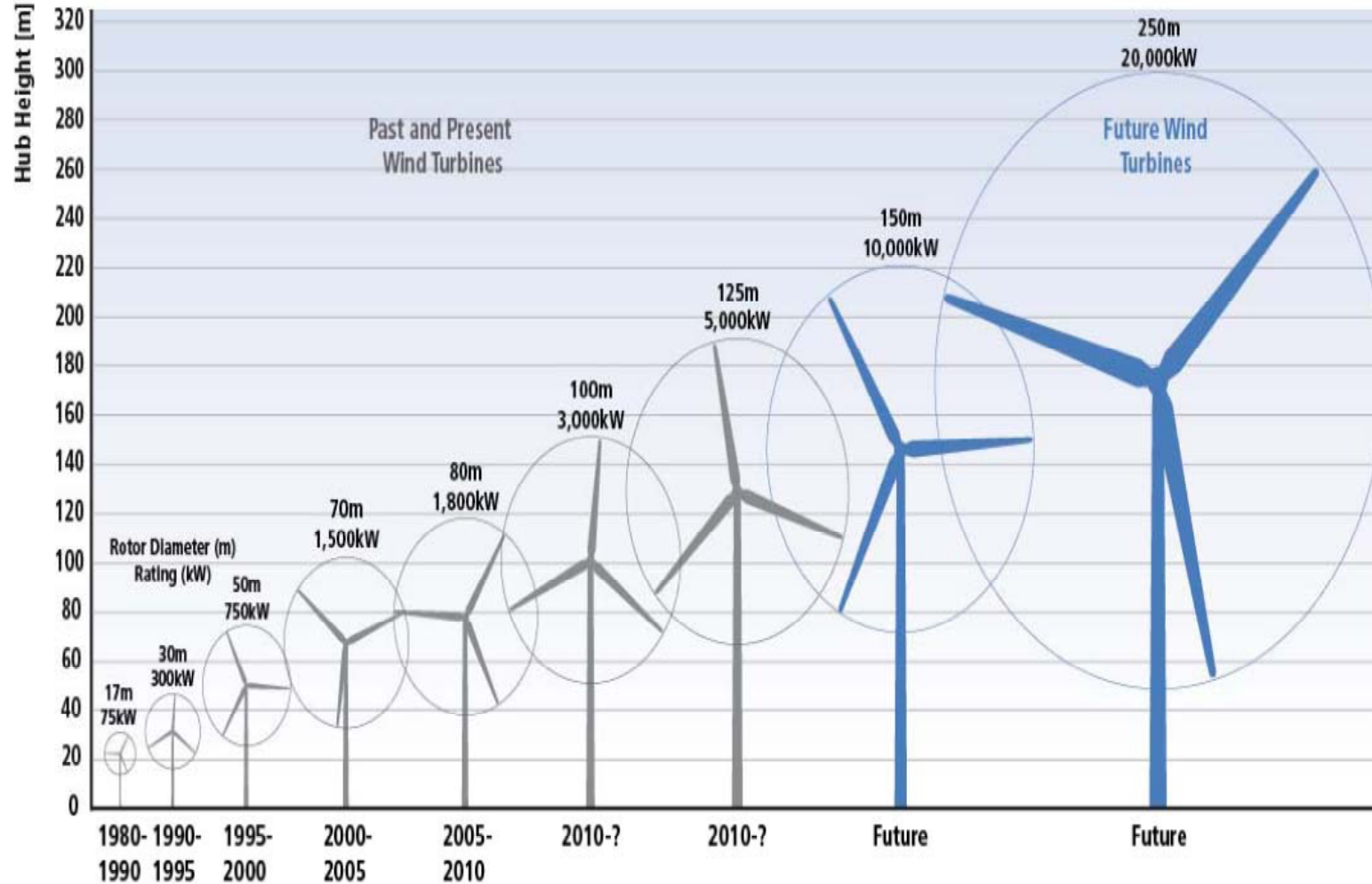
عاشراً - مزارع الرياح (تابع)



المصدر: GWEC 2008 Report

عاشراً - مزارع الرياح (تابع)

التزايد في القدرات الإفرادية والاحجام لتوربينات الرياح



Source: IPCC, Special Report on renewable energy, 2011

حادي عشر - احتساب كلفة انتاج الكيلووات ساعة

- وسيلة الانتاج:
- مدة حياة المعدات: مثلاً 25/20/25 سنة
- فائدة الراسمال (%): مثلاً 8/8/5
- القسط السنوي مثلاً 0.0936/0.101/0.0709
- كلفة الكيلووات ذروة د.أ
- كمية الطاقة المنتجة سنوياً (كيلووات ساعة):
- كلفة إنتاج الكيلووات ساعة:
- الرأسمال
- الصيانة والتشغيل (2% الرأسمال سنوياً)
- المواد الاستهلاكية (محروقات – زيوت – مواد كيماوية الخ...)

حادي عشر - احتساب كلفة انتاج الكيلووات ساعة (تابع)

القسط السنوي اللازم لتكوين الوحدة النقدية

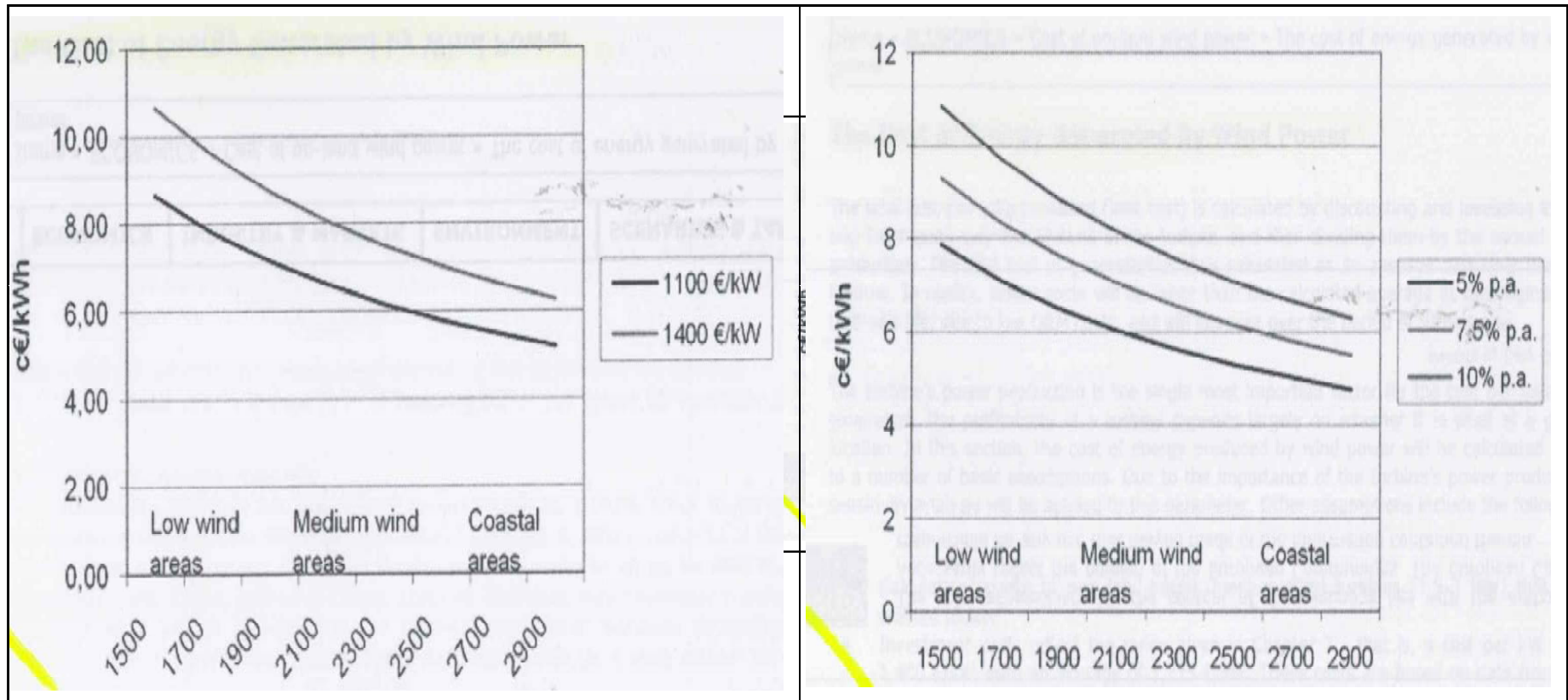
Annuités au moyen desquelles l'on peut amortir
un capital de 1 Euro

Nombre d'années n	TAUX DE L'INTÉRÊT										
	2	2.5	3	3.5	4	5	6	7	8	10	12
1	1.030	1.035	1.040	1.045	1.050	1.055	1.060	1.070	1.080	1.100	1.120
2	0.522	0.530	0.539	0.543	0.547	0.545	0.553	0.560	0.560	0.576	0.592
3	0.353	0.356	0.360	0.363	0.367	0.374	0.381	0.389	0.389	0.402	0.416
4	0.289	0.292	0.295	0.298	0.299	0.305	0.311	0.319	0.321	0.333	0.349
5	0.218	0.221	0.224	0.227	0.230	0.237	0.243	0.250	0.250	0.263	0.277
6	0.184	0.187	0.190	0.193	0.197	0.203	0.209	0.216	0.216	0.229	0.243
7	0.160	0.163	0.165	0.167	0.172	0.179	0.185	0.192	0.192	0.205	0.219
8	0.142	0.145	0.148	0.151	0.154	0.161	0.167	0.174	0.174	0.187	0.201
9	0.126	0.131	0.134	0.137	0.140	0.147	0.153	0.160	0.160	0.173	0.188
10	0.117	0.120	0.123	0.126	0.129	0.135	0.142	0.149	0.149	0.162	0.177
11	0.106	0.111	0.114	0.117	0.120	0.126	0.133	0.140	0.140	0.153	0.168
12	0.100	0.103	0.106	0.109	0.112	0.119	0.125	0.132	0.132	0.145	0.161
13	0.0940	0.0970	0.100	0.103	0.106	0.112	0.119	0.126	0.126	0.140	0.156
14	0.0885	0.0915	0.0946	0.0976	0.101	0.107	0.114	0.121	0.121	0.135	0.151
15	0.0837	0.0868	0.0899	0.0931	0.0963	0.102	0.109	0.116	0.116	0.131	0.147
16	0.0796	0.0826	0.0858	0.0890	0.0922	0.0983	0.105	0.112	0.112	0.127	0.143
17	0.0755	0.0785	0.0818	0.0850	0.0882	0.0943	0.102	0.109	0.109	0.124	0.140
18	0.0727	0.0757	0.0789	0.0822	0.0855	0.0916	0.099	0.106	0.106	0.121	0.138
19	0.0698	0.0728	0.0761	0.0794	0.0827	0.0888	0.0967	0.104	0.104	0.119	0.136
20	0.0677	0.0707	0.0739	0.0772	0.0805	0.0866	0.0945	0.101	0.101	0.117	0.134
21	0.0643	0.0673	0.0705	0.0738	0.0771	0.0832	0.0911	0.098	0.098	0.115	0.133
22	0.0627	0.0657	0.0689	0.0722	0.0755	0.0816	0.0895	0.096	0.096	0.114	0.131
23	0.0608	0.0638	0.0670	0.0703	0.0736	0.0797	0.0876	0.094	0.094	0.112	0.130
24	0.0590	0.0620	0.0652	0.0685	0.0718	0.0779	0.0858	0.092	0.092	0.111	0.128
25	0.0574	0.0604	0.0636	0.0669	0.0702	0.0763	0.0842	0.091	0.091	0.110	0.127
26	0.0559	0.0589	0.0621	0.0654	0.0687	0.0748	0.0827	0.089	0.089	0.109	0.127
27	0.0545	0.0575	0.0607	0.0640	0.0673	0.0734	0.0813	0.088	0.088	0.108	0.126
28	0.0532	0.0562	0.0594	0.0627	0.0660	0.0721	0.0800	0.087	0.087	0.107	0.125
29	0.0523	0.0553	0.0585	0.0618	0.0651	0.0712	0.0791	0.086	0.086	0.106	0.125
30	0.0510	0.0540	0.0572	0.0605	0.0638	0.0699	0.0778	0.085	0.085	0.106	0.124
31	0.0499	0.0529	0.0561	0.0594	0.0627	0.0688	0.0767	0.084	0.084	0.104	0.124
32	0.0490	0.0520	0.0552	0.0585	0.0618	0.0679	0.0758	0.083	0.083	0.104	0.123
33	0.0481	0.0511	0.0543	0.0576	0.0609	0.0670	0.0749	0.082	0.082	0.104	0.123
34	0.0473	0.0503	0.0535	0.0568	0.0601	0.0662	0.0741	0.081	0.081	0.104	0.123
35	0.0465	0.0495	0.0527	0.0560	0.0593	0.0654	0.0733	0.080	0.080	0.103	0.123

العوامل المؤثرة والمحددة لاحتساب كلفة الكيلوات ساعة:

- كلفة التصميم تبعاً لظروف الموقع
- درجة التنافسية بين الشركات العارضة
- برامج التصنيع لدى الشركات، والعقود الموقعة
- الشروط التعاقدية
- شروط الدفع
- الكفالة
- إمكانيات الشركات الصانعة
- المكون المحلي من المشروع
- مستوى التكنولوجيا
- تكاليف النقل والتركيب
- مدة حياة المعدات
- فائدة الرأسمال
- استهلاك/ استئجار الاراضي
- ظروف الموقع/ بري/ بحري... وامكانات الطاقة المتجددة فيه
- تكاليف الربط مع الشبكة الكهربائية الموجودة
- المخاطر
- مصدر التمويل: آلية التنمية النظيفة – تجارة الكربون
- الرسوم

حادي عشر - احتساب كلفة انتاج الكيلووات ساعة (تابع)

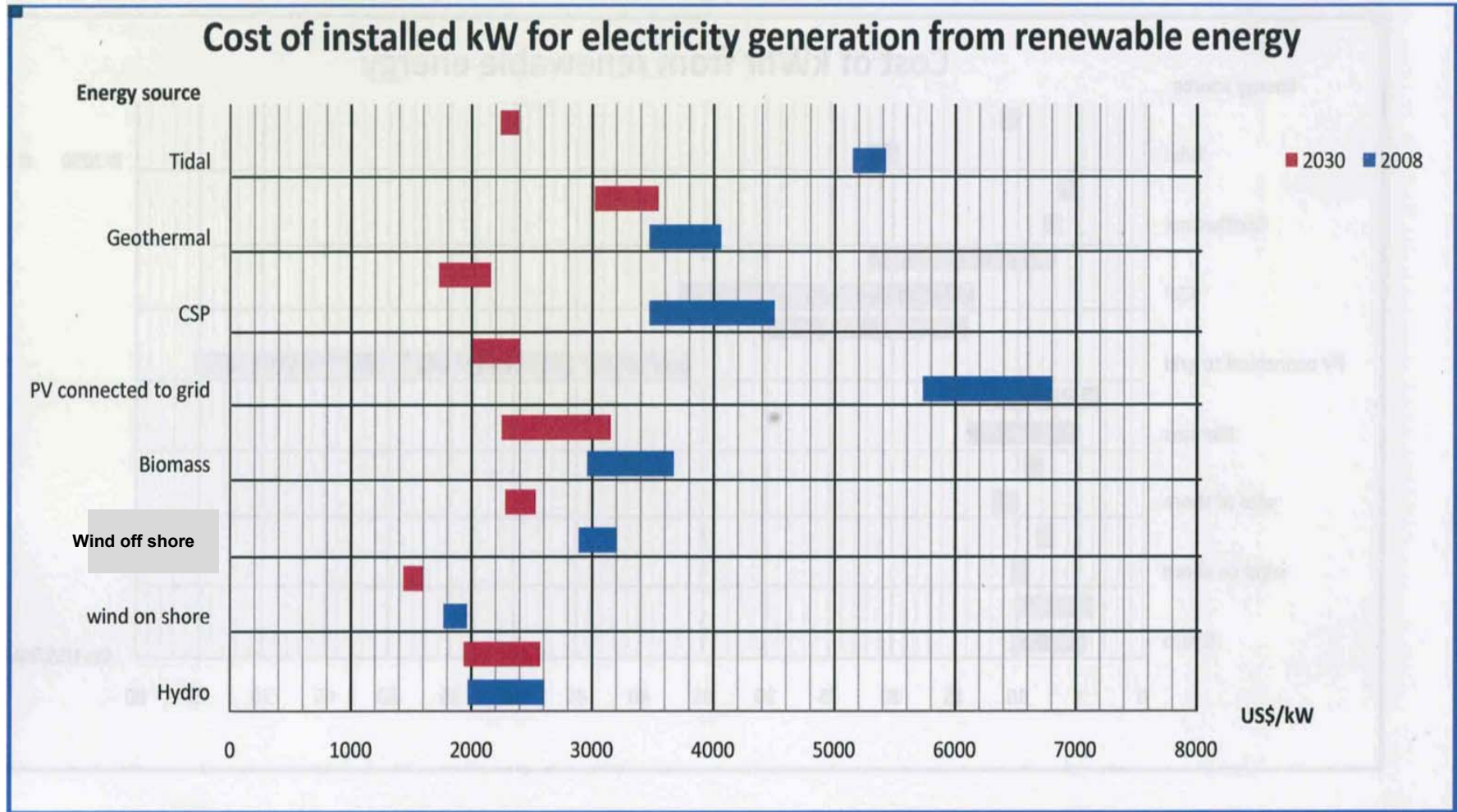


The cost of Wind – Produced power as a function of wind speed (Euro Cent/kWhr)

Number of full load hours per year
Averages: 1225 Euros/KW, Interest rate 7.5%

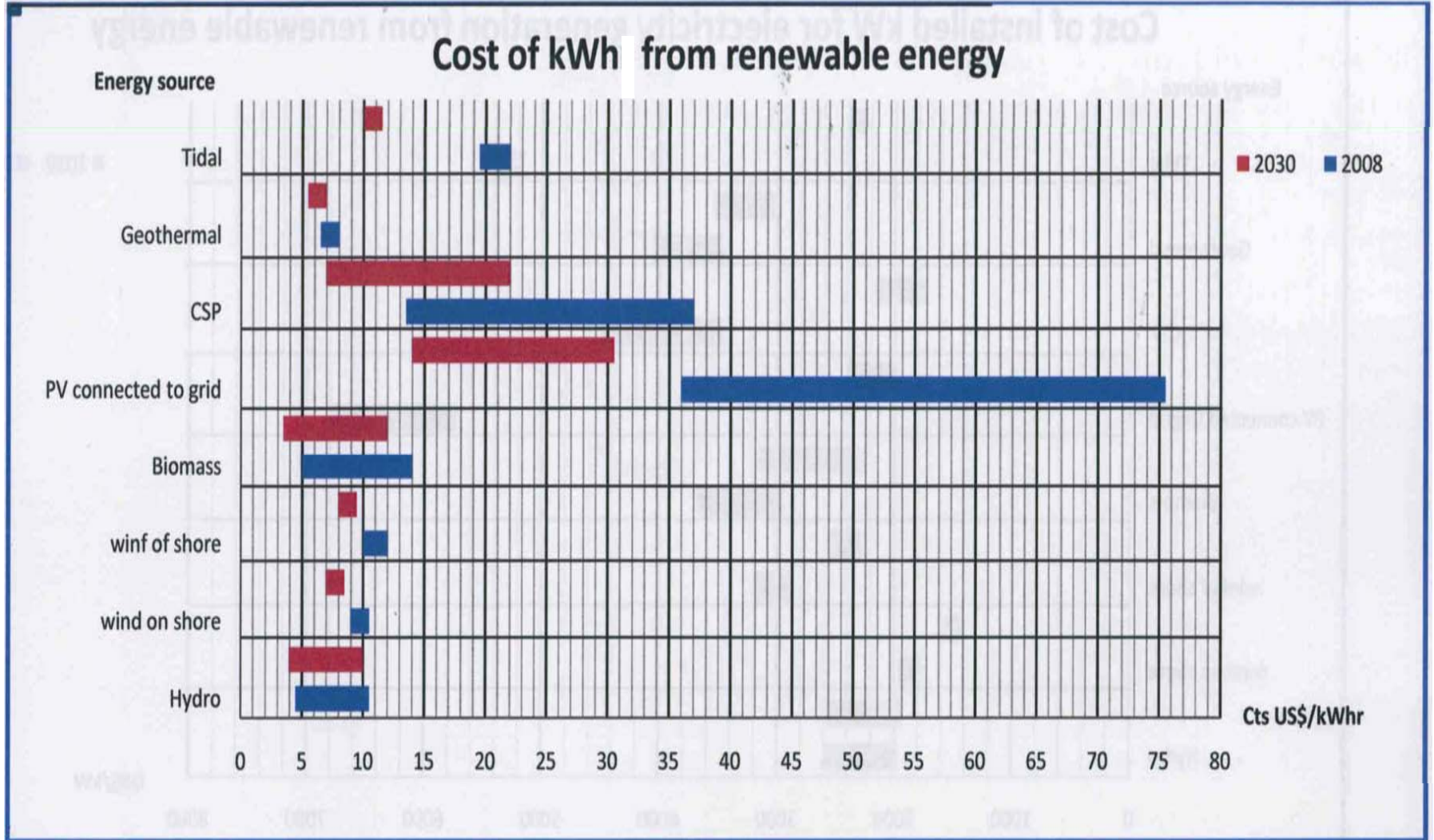
حادي عشر - احتساب كلفة انتاج الكيلووات ساعة (تابع)

كلفة التجهيزات المركبة لانتاج كيلووات من الطاقة المتجددة



حادي عشر - احتساب كلفة انتاج الكيلووات ساعة (تابع)

كلفة انتاج الكيلووات ساعة من مصادر الطاقة المتجددة



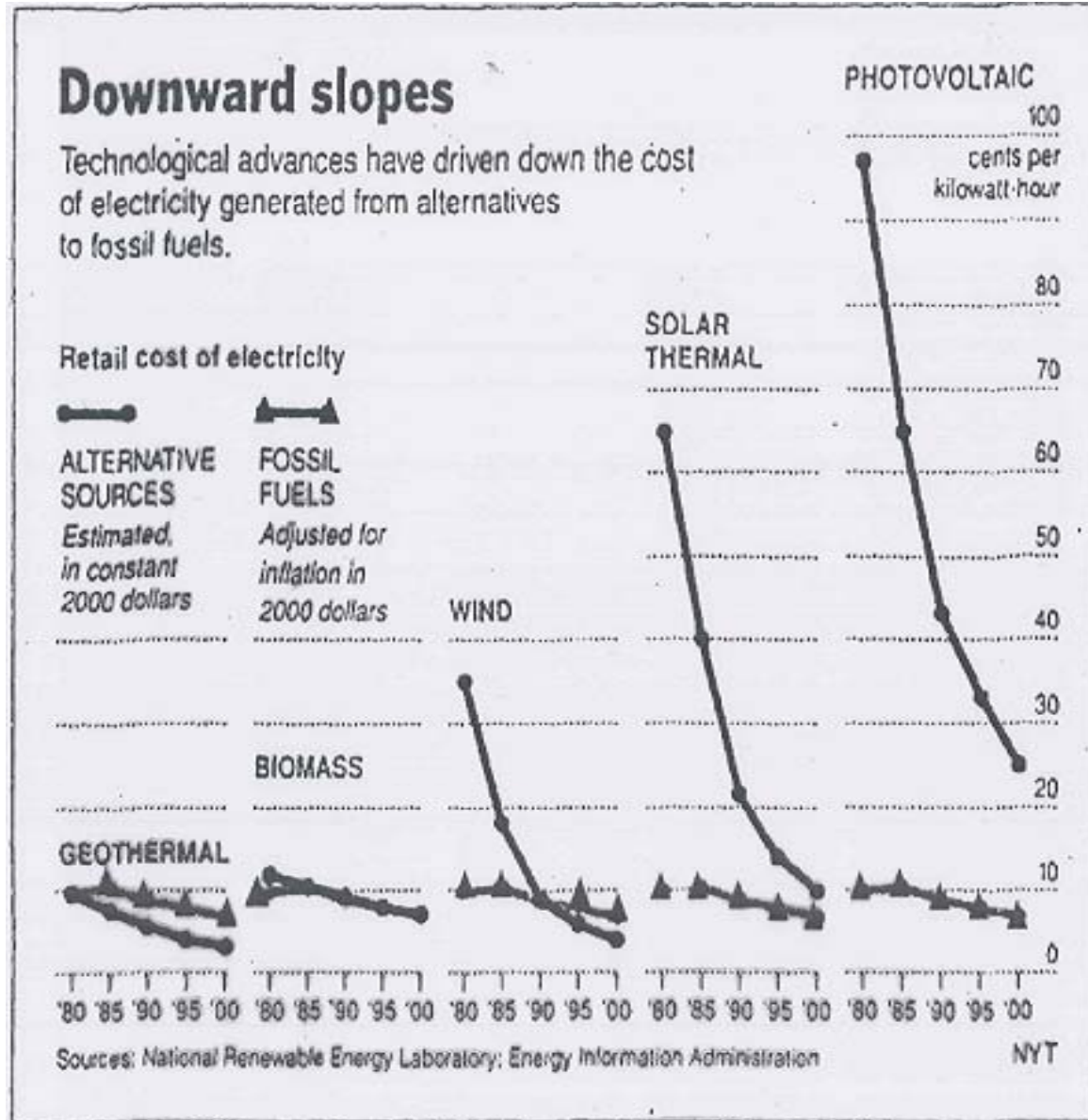
حادي عشر - احتساب كلفة انتاج الكيلووات ساعة (تابع)

2030

2030		2008		الطاقة المتجددة
كلفة الإنتاج	الرأسمال	كلفة الإنتاج	الرأسمال	
(US cents / KWh)	(US \$/KW)	(US cents / KWh)	(US \$/KW)	
10 - 4	2570 - 1940	10.5 - 4.5	2600-1970	مائي
8.5 - 7	1600 - 1440	10.5 - 9	1960-1770	رياح على البر
9.5 - 8	2530 - 2280	12 - 10	3200-2890	رياح في البحر
12 - 3.5	3150 - 2550	14 - 5	3670-2960	كتلة احيائية
30.5 - 14	2400 - 2010	75.5 - 36	6800-5730	خلايا كهروضوئية على الشبكة
22 - 7	2160 - 1730	37 - 13.5	4500-3470	انظمة حرارية شمسية
7 - 5.5	3540 - 3020	8 - 6.5	4060-3470	انظمة حرارة جوفية
11.5 - 10	2390 - 2240	22 - 19.5	5420-5150	الامواج

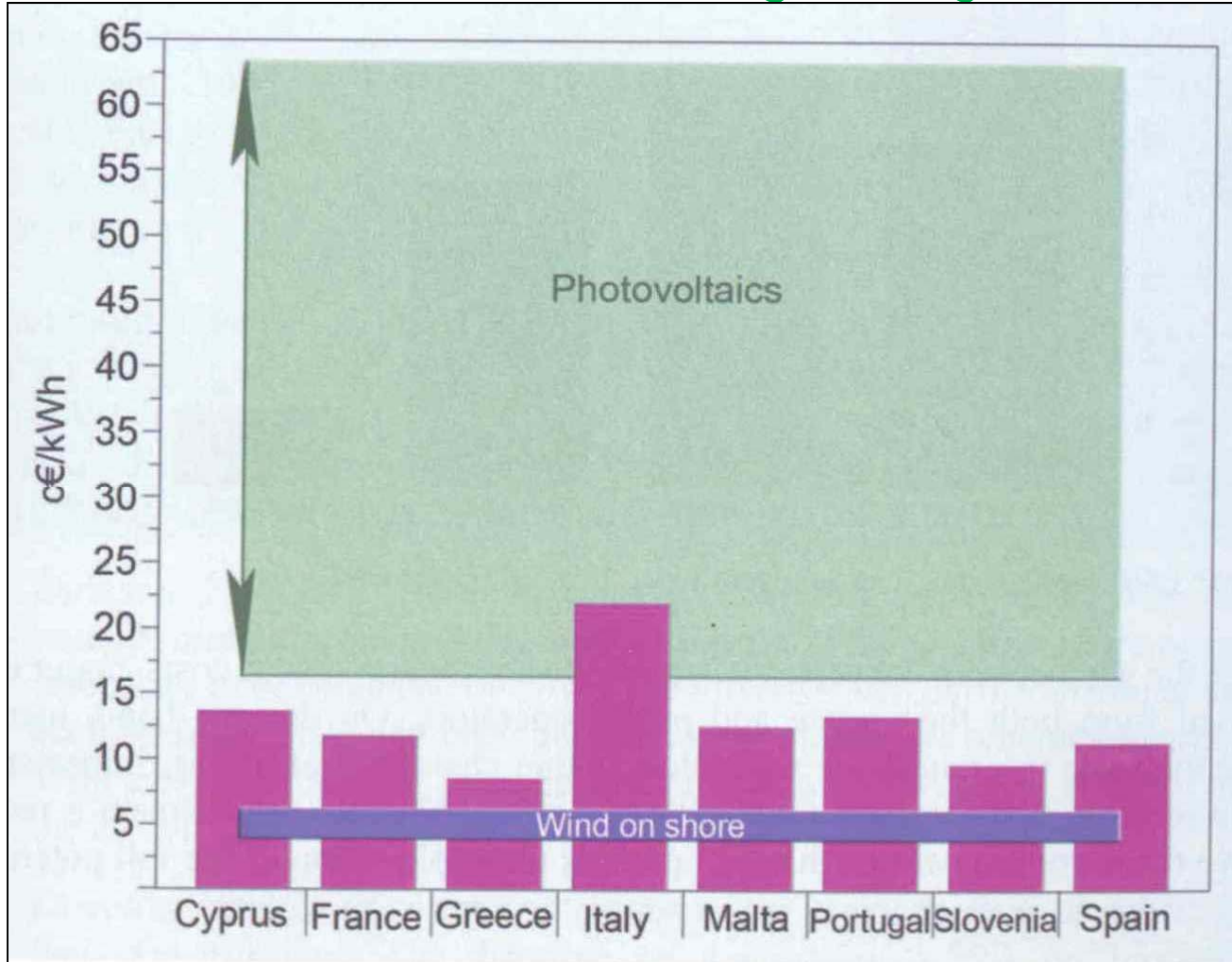
Source: IEA

حادي عشر - احتساب كلفة انتاج الكيلووات ساعة (تابع)



حادي عشر - احتساب كلفة إنتاج الكيلووات ساعة (تابع)

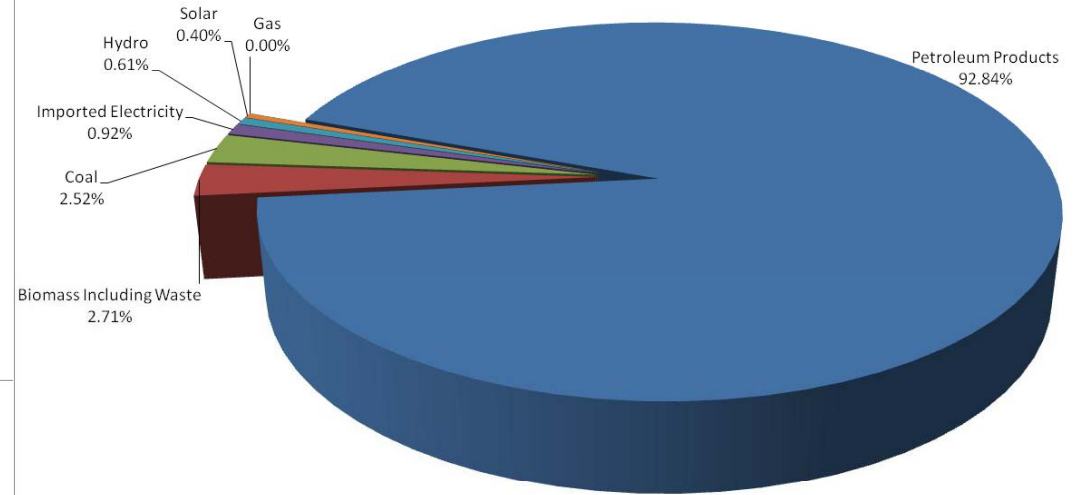
مقارنة التعريفات في بعض دول الاتحاد الأوروبي
مع كلفة إنتاج الكهرباء من الطاقة المتجددة



المصدر: OME

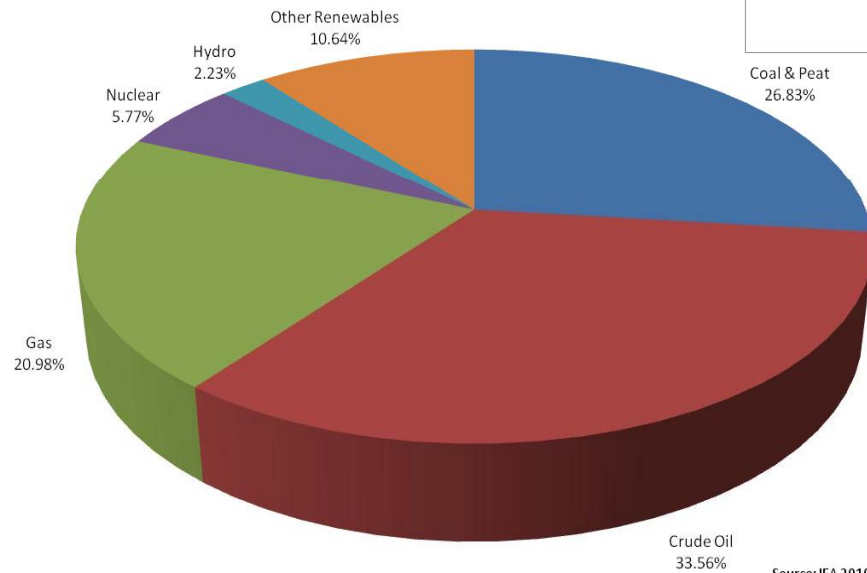
ثاني عشر - الطاقة المتجددة / الطاقة الأولية في العالم

Total Primary Energy Supply in Lebanon



Source: IEA 2010, data of 2008

Total Primary Energy Supply in the World



Source: IEA 2010, data of 2008



57

ثاني عشر - الطاقة المتجددة / الطاقة الأولية في العالم

مؤشرات مختارة عن الطاقة المتجددة

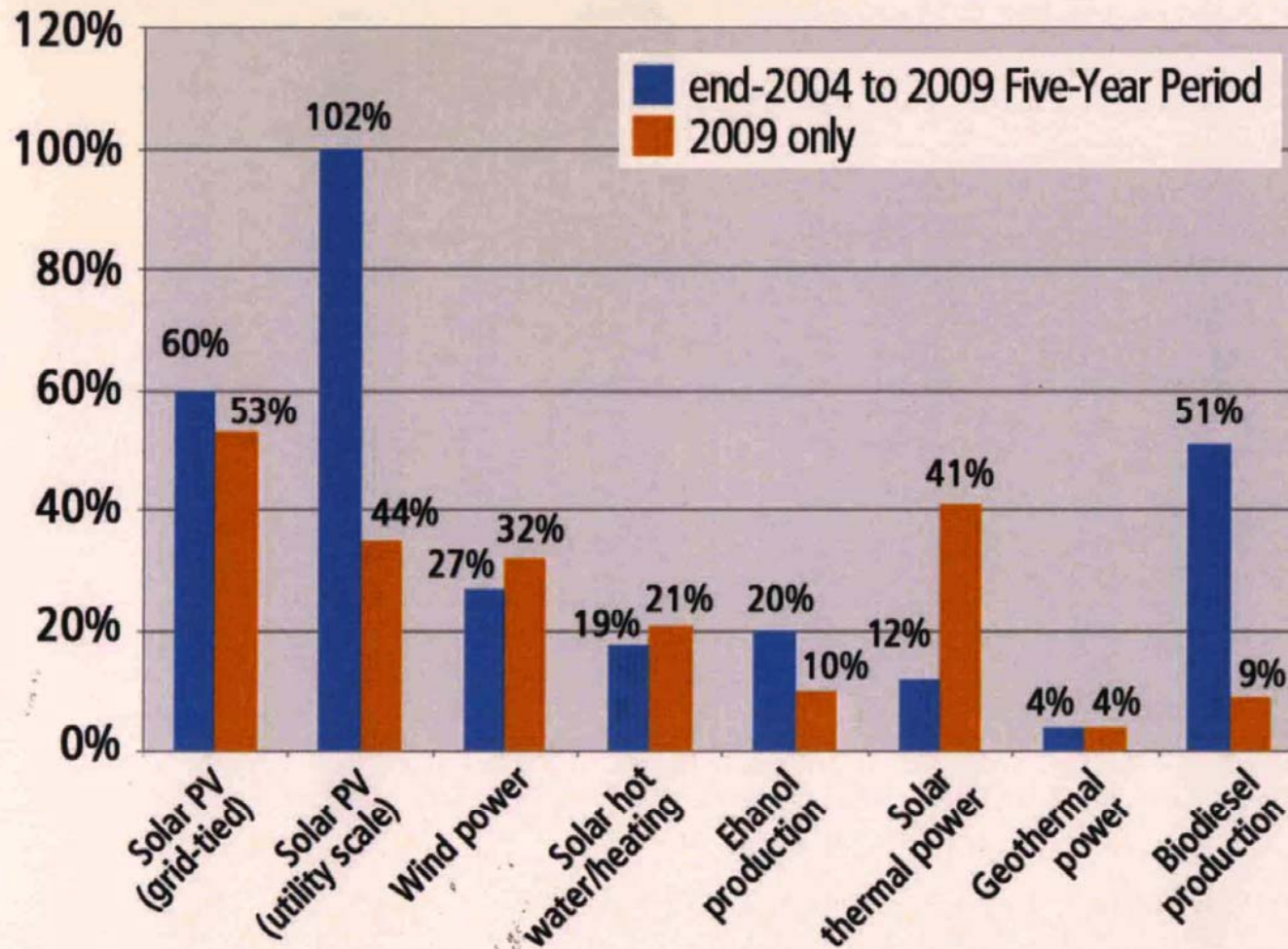
SELECTED RENEWABLE ENERGY INDICATORS

	2007 ➔	2008 ➔	2009
Investment in new renewable capacity	104 ➔	130 ➔	150 billion USD
Renewables power capacity (including only small hydro)	210 ➔	250 ➔	305 GW
Renewables power capacity (including all hydro)	1085 ➔	1150 ➔	1230 GW
Hydropower capacity (existing, all sizes)	920 ➔	950 ➔	980 GW
Wind power capacity (existing)	94 ➔	121 ➔	159 GW
Solar PV capacity, grid connected (existing)	7.6 ➔	13.5 ➔	21 GW
Solar PV production (annual)	3.7 ➔	6.9 ➔	10.7 GW
Solar hot water capacity (existing)	125 ➔	149 ➔	180 GWth
Ethanol production (annual)	53 ➔	69 ➔	76 billion liters
Biodiesel production (annual)	10 ➔	15 ➔	17 billion liters
Countries with policy targets	68 ➔	75 ➔	85
States/provinces/countries with feed-in policies	51 ➔	64 ➔	75
States/provinces/countries with RPS policies	50 ➔	55 ➔	56
States/provinces/countries with bio-fuels mandates	53 ➔	55 ➔	65

ثاني عشر - الطاقة المتجددة / الطاقة الأولية في العالم

معدلات التزايد السنوي في قدرات تطبيقات الطاقة المتجددة في العالم في الفترة 2004 - 2009

REN21
Renewable Energy
Policy Network
for the 21st Century



ثاني عشر - الطاقة المتجددة / الطاقة الأولية في العالم (تابع)

الاستراتيجية العربية لتطوير استخدامات الطاقة المتجددة

البلد	اهداف العام	إعلان الاهداف
المملكة الاردنية الهاشمية	2020	10 ٪ من الطاقة الاولية
دولة الامارات العربية المتحدة	2030	7 ٪ من الطاقة الكهربائية (أبو ظبي)
الجمهورية التونسية	2014	4 ٪ من الطاقة الأولية
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية	2030	10 ٪ من الطاقة الكهربائية
جمهورية السودان	2011	1 ٪ من الطاقة الكهربائية (غير مدرج مائي 29 ٪ بحلول عام 2007)
الجمهورية العربية السورية	2030	4.3 ٪ من الطاقة الأولية
دولة الكويت	2020	5 ٪ من الطاقة الكهربائية
الجمهورية اللبنانية	2020	12 ٪ من الطاقة الكهربائية
الجمهورية الليبية	2020	10 ٪ من الطاقة الكهربائية
	2030	25 ٪ من الطاقة الكهربائية
جمهورية مصر العربية	2020	20 ٪ من الطاقة الكهربائية (12 ٪ رياح)
المملكة المغربية	2020	42 ٪ من الطاقة الكهربائية (21 ٪ من الطاقة الأولية)

* اعتمده المكتب التنفيذي للمجلس الوزاري العربي للكهرباء في 23/11/2010

ثالث عشر - الخلاصة

- فقط الطاقة الكهربائية المولدة من المصادر المائية ومن طاقة الرياح هي حالياً منافسة تجارياً.
- ضرورة التحضير للمستقبل عبر مشاريع نموذجية تجريبية/ نقل التكنولوجيا وتوطينها/ وضع أطلس/ بناء قدرات
- ضرورة وضع حل وسطي يوفق بين الاستفادة من المياه لحاجات الطاقة وللحاجات الأخرى
- تجهيز محطات توليد من الطاقة المتجددة لا يعفي من تجهيز محطات تقليدية
- التمييز بين حسابات القدرة وحسابات الطاقة
- الاستفادة من الطاقة المتجددة لتوليد طاقة ميكانيكية وطاقة حرارية دون المرور بالضرورة بالطاقة الكهربائية
- عدم دعم أسعار المشتقات النفطية والطاقة الكهربائية (استبدال الدعم بمساعدات اجتماعية)
- الاستفادة من الطاقة المتجددة للمناطق المعزولة والبعيدة عن الشبكة الكهربائية

وَشَكَرًا